

DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LAS ZONAS RURALES MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA CONTENIDA EN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Ing. Stefany Daniela Espinoza Bazantes, Msc.¹, PhD. Eng. Gerardo Collaguazo Galeano²

Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura, Ecuador

Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura, Ecuador

sdespinozab@utn.edu.ec

gicollaguazo@utn.edu.ec

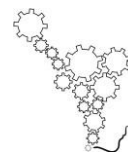
Recebido: 04 novembro 2024 / Aceito: 03 fevereiro 2025 / Publicado: 01 março 2025

ABSTRACT. Families in rural areas are primarily farmers and own domestic animals, which produce organic waste. This waste is directly used as fertilizer on their land. When this organic matter decomposes, it produces bad odours, leading to environmental pollution. Organic matter can be treated through different biochemical processes for stabilisation; one of them is anaerobic treatment, through which the energy contained in the organic matter is recovered in the form of biogas with a high methane content. This biogas can be utilized for the production of electrical and thermal energy. The electrical energy can be used in electric stoves, leading to a reduction in liquefied gas consumption, while the thermal energy can be used in heating systems and hot water for households. This improves living conditions, as rural areas are located in the high parts of the Andes mountains, where the average annual temperature varies between 7-15°C at night. This energy is free for the community, and the treatment plant can be entirely managed by the community due to its simple operation

Keywords: Biogas, organic waste, electrical energy, thermal energy.

RESUMEN. Las familias de las zonas rurales son esencialmente agricultores y poseen animales domésticos, los mismos que producen desechos orgánicos. Estos desechos son utilizados directamente como abono en sus tierras. Al descomponerse esta materia orgánica produce malos olores ocasionando la contaminación del ambiente. La materia orgánica puede ser tratada mediante diferentes procesos bioquímicos para su estabilización; uno de ellos es el tratamiento anaerobio, mediante el cual se recupera la energía contenida en la materia orgánica en forma de biogás con alto contenido de metano que puede ser aprovechado para la producción de energía eléctrica y térmica. La energía eléctrica puede utilizarse en cocinas eléctricas, lo cual conduce a la reducción del consumo de gas licuado; mientras que la energía térmica en los sistemas de calefacción y agua caliente para los domicilios. Esto hace que las condiciones de vida sean más confortables, debido a que las zonas rurales se encuentran en las partes altas de la cordillera de los Andes donde su temperatura media anual varía entre (7-15) °C en las noches. Esta energía obtenida no tiene costo para la comunidad y la planta de tratamiento puede ser administrada en su totalidad por la comunidad por su fácil funcionamiento.

Palavras-chave: Biogás, desechos orgánicos, energía eléctrica, energía térmica.



1 INTRODUCCIÓN

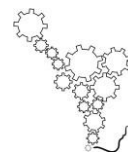
La provincia de Imbabura, es una de las veinte y cuatro provincias del Ecuador, declara como Geoparque Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO (GOBERNACIÓN IMBABURA, 2024). Se encuentra situada en la zona norte del país en la región interandina o sierra, limita al norte con la provincia del Carchi y Esmeraldas, al sur con la provincia de Pichincha, al este con la provincia de Sucumbíos y Napo, al oeste con la provincia de Esmeraldas (GAD PROVINCIAL DE IMBABURA, 2024). Su capital es Ibarra, conocida como la ciudad blanca, su población de acuerdo al último censo es de 181.175 habitantes, en una superficie de 242 km² (INEC, 2024). Está conformada por cinco parroquias urbanas: San Francisco, El Sagrario, Caranqui, Alpachaca, La Dolorosa de Priorato y siete rurales: San Antonio, La Esperanza, Angochagua, Ambuquí, Salinas, La Carolina y Lita.

La riqueza cultural, expresada a través de las diferentes manifestaciones de sus habitantes, la hacen inconfundible, dentro de una provincia rica en identidad (GAD PROVINCIAL DE IMBABURA, 2024). Sin embargo, en ciertos sectores de las parroquias rurales generalmente existen ciertas dificultades en las condiciones de vida y la contaminación ambiental.

Yuracruz, se encuentra en la parroquia La Dolorosa de Priorato, que al ser considerada parroquia urbana de la ciudad, ciertos sectores como Yuracruz son considerados sectores urbano-marginales, es decir zonas rurales que se encuentran en las partes altas de la cordillera de los Andes, en donde su temperatura varía entre 7 y 15 °C en las noches, haciendo que la vida de las personas no sea muy confortable.

Tomando en cuenta que las familias de las zonas rurales generalmente se dedican a la agricultura, la mayoría de ellas poseen animales domésticos (vacas, cerdos, aves), y los desechos orgánicos que producen son utilizados directamente como abono, lo cual es la principal causa de problemas en los sistemas de vida de los habitantes y la contaminación ambiental en dichas zonas.

Esta ponencia propone la descontaminación de las zonas rurales mediante el aprovechamiento de la energía contenida en los residuos orgánicos, mediante el uso de las energías alternativas, en este caso la energía eléctrica se crea un enfoque que contribuye al



progreso integral de una zona en particular, y en este sentido la energía eléctrica obtenida de la materia orgánica sería utilizada para alimentación de las cocinas de inducción, lo cual reduce el uso del gas licuado y también para los sistemas de calefacción en los domicilios lo cual traerá consigo un sin número de beneficios para la comunidad sin dejar de lado el desarrollo sostenible, satisfaciendo las necesidades sin poner en peligro los recursos y posibilidades de las futuras generaciones (LLANOS, 2020).

Es un reto para cambiar lo habitual y crear nuevas opciones de generación de energía, y así contribuir con la descontaminación ambiental, ya que el planeta se ha visto muy afectado debido a las malas acciones causadas por la misma mano del ser humano.

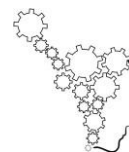
2 DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LAS ZONAS RURALES

Las zonas rurales se caracterizan por la escasa cantidad de habitantes, en comparación a la zona urbana; sin embargo, los habitantes se dedican a la agricultura y crianza de animales domésticos, en esto se basa la actividad económica. Generalmente los sectores rurales son considerados sitios con de mayor tranquilidad en donde se puede apreciar y disfrutar de la naturaleza, ya que no existe contaminación causada por automóviles, industria, ruido, etc.

Sin embargo, las zonas rurales se ven afectadas por la contaminación que causan los desechos orgánicos que producen los animales, ya que al descomponerse causan malos olores y emiten metano (CH_4), un gas incoloro, inflamable, no tóxico, que se deriva por el proceso natural del proceso digestivo de los rumiantes (MARTINEZ-MUNOZ, 2022). El metano es un gas de efecto invernadero (GEI) con veinte y tres veces mayor potenciar de calentamiento global que el dióxido de carbono y un tiempo de vida media de diez años en la atmósfera, y a su vez el cambio climático.

Debido a acuerdos internacionales como los protocolos de Montereal y de Kyoto, así como a la existencia de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en todo el mundo, muchos países están realizando acciones encaminadas al control (mitigación) de las emisiones de gas de efecto invernadero (TIGMASA PAREDES, 2022).

Otros contribuyentes significativos, de gas metano al medio ambiente son:



- Los rellenos sanitarios, la basura y la combustión de la biomasa.
- Los residuos orgánicos generados en la actividad de una cocina, tanto doméstica, son una gran fuente de contaminación.
- La acumulación de restos de alimentos constituye un problema sanitario, debido que se considera un lugar idóneo para muchos microorganismos para crecer y proliferar, generando plagas (moscas, hormigas, cucarachas e incluso roedores), que se pueden contaminar superficies, utensilios y alimentos (MORENO CARDONA, 2021).

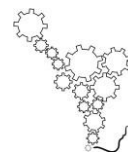
Sin embargo, todos estos aspectos causan problemas de salud en los seres humanos causando enfermedades que pueden tener consecuencias adversas, por lo tanto, es importante dar solución eficaz a este tipo de problemas, que se desarrollan en nuestro entorno.

2.1. PROCESO ANAEROBIO

La digestión anaerobia es un proceso que involucra la transformación de la materia orgánica en biogás (metano, 60-70%; dióxido de carbono, 30-40%). Durante este proceso participan varios grupos de microorganismos que llevan a cabo un metabolismo coordinado en cuatro etapas:

1. Hidrólisis: Donde la materia orgánica es fermentada, produciendo compuestos sencillos (monómeros).
2. Acidogénesis: Produce ácidos orgánicos.
3. Acetogénesis: Caracterizada por la formación de acetatos, propionatos y butiratos.
4. Metanogénesis: Donde microorganismos producen metano a través de la ruta acetotrófica e hidrogenotrófica [8].

A partir de este proceso bioquímico se recupera la energía de la materia orgánica en forma de biogás con alto contenido de metano que en este caso será aprovechado para la producción de energía eléctrica en el sector de Yuracruz. El residuo que queda luego del tratamiento puede ser utilizado como fertilizante agrícola de manera directa y sin malos olores, sin ocasionar ningún daño ambiental.



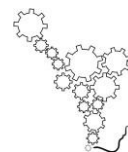
2.2. ENERGÍA ELECTRICA Y TÉRMICA

La electricidad se ha convertido actualmente en una forma de energía imprescindible y con infinitud de usos debido a su gran versatilidad y a la inmediatez en su utilización. En el ámbito residencial se emplea para proporcionar varios servicios como refrigeración, luz, radio, televisión, climatización, etc. (POQUE GONZÁLEZ, 2020).

Actualmente las cocinas eléctricas son un electrodoméstico y útil que se recomienda para que reemplacen a las cocinas habituales de gas licuado, ya que en el catón Ibarra hay ciertas irregularidades en cuanto a lo que se refiere a la distribución de gas, porque no llegan a lugares tan alejados como es Yuracruz, por ende, parte de la población de dicho sector cocinan aún en leña y otros poseen cocinas a gas, sin embargo, es importante recalcar que el gas licuado es un contaminante ambiental.

Tomando como referencia estos datos, con la obtención de la energía eléctrica a partir del proceso anaerobio, se destina dicha energía para la alimentación de las cocinas de inducción, las cuales tienen varios beneficios como:

- Eficiencia energética. Las cocinas de inducción aprovechan casi en su totalidad la energía que consumen en lo que te interesa: cocinar. Su tecnología permite que no haya prácticamente fugas de calor y que este se concentre únicamente en las cacerolas y su contenido.
- Rapidez de calentamiento. Las cocinas de inducción alcanzan altas temperaturas en muy poco tiempo, acortando la espera y por lo tanto el tiempo que necesitas para cocinar. Muchas de ellas incluso te permiten controlar la temperatura, pudiendo cocer los alimentos en su punto exacto sin pasarte, ni quedarte corto.
- Facilidad de limpieza. Su poco peso, su superficie lisa y el hecho de que esta no se sobrecaliente, evitando que restos de alimentos se carbonicen sobre ella, hacen que la limpieza te ocupe apenas un par de minutos.
- Detección automática del recipiente. Si sacas la olla, cacerola o sartén de encima, automáticamente la cocina deja de generar calor, permaneciendo en stand by hasta que detecta nuevamente un recipiente sobre su superficie. De esta manera, puedes despreocuparte del derroche de energía.



- Menos contaminación ambiental. En países como el nuestro, cuya electricidad no proviene de combustibles fósiles, el impacto ambiental que genera el uso de una cocina de inducción es mínimo (GUEVARA, CARRASCO; 2024).

3 RESULTADOS

De esta manera se promueve al cambio de hábitos en los habitantes de la comunidad con una alternativa que va mejorar sus condiciones de vida, facilitando las actividades diarias en este caso, cocinar.

Sin embargo, otra de las aplicaciones de la energía eléctrica es para los sistemas de calefacción en los domicilios, por el hecho de que Yuracruz es un sector que se encuentra en las partes altas de la cordillera en los Andes, y debido a las temperaturas bajas que se presentan en dicho entorno, en las noches, es recomendable la instalación de sistemas de calefacción, que aparentemente no se encuentran alcance de los habitantes del sector, con esta iniciativa será posible la instalación y sobre todo la mejora de las condiciones de vida.

La energía eléctrica obtenida no tiene ningún costo para la comunidad porque la planta de tratamiento será administrada netamente por los habitantes de la comunidad, ya que es un proceso instrumental que no requiere de profesionales para su funcionamiento.

4 CONCLUSIÓN

Promover al cambio de hábitos en los habitantes de la comunidad conlleva a mejorar las condiciones de vida, facilitando las actividades diarias en este caso, cocinar, aprovechando la energía contenida en los residuos orgánicos mediante el uso de las energías alternativas que no solo son importantes para proteger el medio ambiente sino también son esenciales para garantizar un futuro energético sostenible, seguro y económicamente viable.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

- Ing. Stefany Daniela Espinoza Bazantes, Msc., PhD. Eng. Gerardo Collaguazo Galeano; conceptualizaron, diseñaron el estudio y revisaron el manuscrito, fueron responsables de la extracción y tratamiento de los datos, así como de la redacción del manuscrito.



Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del artículo.

REFERENCIAS

- GOBERNACIÓN IMBABURA.** (12 de agosto de 2024). Como llegar a la provincia . Obtenido de <<https://gobernacionimbabura.gob.ec/como-llegar-a-la-provincia/>>
- GAD PROVINCIAL DE IMBABURA.** (12 de agosto de 2024). Reseña Histórica. Obtenido de <<https://www.imbabura.gob.ec/index.php/imbabura/resena-historica>>
- INEC.** (12 de agosto de 2024). Resultados del censo 2010 de la población y vivienda en el Ecuador. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual-lateral/Resultados-provinciales/imbabura.pdf>
- LLANOS, R. A. B. (2020). **La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el Ecuador a partir del uso de las energías renovables.** Quito: Universidad Internacional SEK.
- MARTINEZ-MUNOZ, Daniela Sofía et al . Metagenómica y metatranscriptómica para mitigar las emisiones de metano por animales rumiantes. **TIP**, Ciudad de México , v. 25, e430, 2022 . Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100302&lng=es&nrm=iso>. accedido en 06 feb. 2025. Epub 20-Jun-2023. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.430>
- TIGMASA PAREDES, K. P. Contribución de las emisiones de gas metano producidas por el ganado bovino al cambio climático. **Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad**, [S. l.], v. 5, p. e215, 2022. DOI: 10.46380/rias.vol5.e215. Disponible em: <https://rias.unesum.edu.ec/index.php/revista/article/view/215>. Acesso em: 6 feb. 2025.
- MORENO CARDONA, C. (2021). **Aprovechamiento de biogás a partir de los residuos de estiércol bovinos y residuos orgánicos de alimentos orgánicos almacenados en un biodigestor en lotes.** Antioquia: Universidad de Antioquia .
- DELGADO ALVARADO, S. J.; ZAMBRANO MALDONADO, G. J.; BURGOS BRIONES, G. A.; MOREIRA-MENDOZA, C. A. Evaluación de los residuos agroindustriales con potencial para biocombustibles. **Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 53–73, 2023. DOI: 10.48204/j.colonciencias.v10n2.a4140. Disponible em: https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/4140. Acesso em: 6 feb. 2025.
- POQUE GONZÁLEZ, A. B. (2020). Transición de los sistemas de energía eléctrica en América Latina y el Caribe (2007-2017).: Diagnóstico y alternativas sistémicas. ENERLAC. **Revista De energía De Latinoamérica Y El Caribe**, 4(1), 78–95. Recuperado a partir de <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/116>
- GUEVARA, D., CARRASCO, J. (2024). **Análisis de eficiencia energética entre cocina de inducción y GLP en Jaen-Perú.** Jaen: Universidad Nacional de Jaen.