

IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTORES PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS EN PEQUEÑAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS

IMPLEMENTATION OF BIODIGESTERS FOR THE USE OF WASTE IN SMALL AGRICULTURAL PRODUCTION UNITS



¹Paola Andrea Valencia Achuri, ²Diego Abril Herrera

^{1,2}Universidad de Cundinamarca, Colombia

Recibido: 10/10/2023 Aprobado: 30/11/2023

RESUMEN

En zonas aisladas de difícil acceso para su interconexión energética se hace necesaria la producción de energías alternativas, destacándose el biometano que se genera a partir de la digestión anaerobia de materia orgánica. El objetivo de este documento es presentar algunos resultados de una experiencia de intervención en 6 unidades productivas agropecuarias ubicadas en veredas cercanas a la ciudad de Fusagasugá, en las que se desarrollaron biodigestores para la mejora de las condiciones de producción de energía bajo parámetros de sostenibilidad ambiental. Para la selección de las 6 unidades productivas, se analizaron las condiciones de 21 unidades productivas de 13 veredas cercanas a la ciudad de Fusagasugá, referenciadas por el comité de ganaderos del Sumapaz. El análisis se basó en la disponibilidad de residuos acordes con los requerimientos para el funcionamiento de los biodigestores de manera apropiada, y la disposición de los propietarios para la implementación de biodigestores como complementariedad energética en pequeñas unidades agrícolas. Entre los resultados más relevantes, se evidencian inconvenientes de adopción de este tipo de energías alternativas en unidades productivas rurales con la toma de decisión de tan solo 6 predios de las 21 unidades productivas consultadas, representando un 28,5 %, con lo cual, se presentan retos relacionados con las estrategias para conectar a las poblaciones rurales aisladas con la implementación de biodigestores como complementariedad energética en pequeñas unidades agropecuarias.

Palabras clave: energías alternativas, biodigestores, unidades productivas agropecuarias, zonas aisladas, recursos energéticos complementarios.

Citación: Valencia Achuri, P. A. , & Abril Herrera, D. . (2023). Implementación de Biodigestores para el aprovechamiento de residuos en pequeñas unidades productivas agropecuarias. *Publicaciones E Investigación*, 17(3). <https://doi.org/10.22490/25394088.7530>

¹ pvalencia@ucundinamarca.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-8935-9260>

² aadiego@ucundinamarca.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5950-4631>

<https://doi.org/10.22490/25394088.7530>

ABSTRACT

In isolated areas that are difficult to access for energy interconnection, it is necessary the production of alternative energies highlighting biomethane which is generated from the anaerobic digestion of organic matter. The objective of this document is to present some results of an intervention experience in 6 agricultural production units located in villages near the city of Fusagasugá, in which biodigesters were developed to improve the conditions of energy production under environmental sustainability parameters. For the selection of the 6 productive units, there were analyzed the conditions of 21 productive units from 13 villages near the city of Fusagasugá, referenced by the Sumapáz livestock committee. The analysis was based on the availability of waste in accordance with the requirements for the proper functioning of the biodigesters, and the willingness of the owners for the implementation of biodigesters as energy complementarity in small agricultural units. Among the most relevant results, it was found that there are drawbacks of adopting this type of alternative energy in rural productive units with the decision of only 6 properties from the 21 productive units consulted representing 28,5%, situation that shows some challenges related to strategies to connect isolated rural populations with the implementation of biodigesters as complementary energy in small agricultural units.

Key words: *Alternative energies, biodigesters, agricultural production units, isolated areas, complementary energy sources.*



1. INTRODUCCIÓN

Según cálculos de la ONU, la población mundial pasará de los 6.800 millones de personas a 9.100 millones en 2050, un tercio más de bocas que alimentar, y se calcula que más de 90 millones de niños sufren de desnutrición en el mundo (FAO 2015), de forma tal, que el aumento de la población conduce a una demanda creciente de alimentos, y, por ende, al incremento de subproductos.

Jurgilevich *et al.* (2016) manifiestan que entre el 30 y el 50 % de los alimentos destinados al consumo humano son desperdiciados en diferentes etapas del sistema alimentario, convirtiéndose en una necesidad, la implementación de modelos de economía circular que permitan hacer un mayor aprovechamiento de los recursos naturales (Fernández-Rodríguez *et al.*, 2021; Villamil *et al.*, 2020).

Dentro de los objetivos mundiales proyectados por el PNUD para el 2030, se presenta la producción y consumo responsables, teniendo como metas, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. La reducción de las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas

las pérdidas posteriores a la cosecha son una prioridad estratégica (PNUD, 2023).

En el presente documento se presenta una experiencia de implementación de biodigestores en 6 unidades productivas agrícolas, requiriendo de un acercamiento con 21 unidades productivas ubicadas en 13 veredas cercanas a la ciudad de Fusagasugá, las cuales, pasaron por un proceso de análisis de condiciones mínimas, en conjunto con un proceso de sensibilización en cuanto a la implementación de los biodigestores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de implementación de biodigestores para aprovechamiento de residuos en pequeñas unidades productivas agropecuarias fue basado en un diseño de conocimiento aplicado con respecto a la problemática de dificultades para la obtención de energía en zonas aisladas, con lo cual, en primera instancia se generaron los análisis técnicos en cuanto a las capacidades de los biodigestores acordes con las condiciones de las unidades productivas a intervenir.

El proyecto contempló la construcción de biodigestores diseñados a la medida y de acuerdo con las cargas de los materiales generados como residuos de las unidades productivas. Los biodigestores fueron contruidos principalmente para reutilizar los desperdicios activos de las pequeñas granjas y la generación de biogás se obtiene a partir de la descomposición de desechos de tipo orgánico.

El proceso de generación de biogás es un proceso de digestión en ausencia de oxígeno donde un grupo de microorganismos anaerobios junto con un conjunto de reacciones químicas complejas, llevan adelante la mineralización de la materia orgánica hasta metano con alta capacidad calorífica y dióxido de carbono (Harun *et al.*, 2010). Este proceso se caracteriza porque se puede distinguir al menos cuatro etapas: i) etapa hidrolítica; ii) etapa acidogénica; iii) etapa acetogénica y iv) etapa metanogénica. En cada una de estas etapas están involucrados diferentes grupos de microorganismos. Este proceso es desarrollado por bacterias. El biogás, por lo tanto, es un combustible generado por la degradación de sustancias orgánicas. La descomposición anaerobia que realizan los microorganismos permite producir biocombustible con el tratamiento de los residuos biodegradables. El metano y el dióxido de carbono son los principales constituyentes del biogás que también tienen nitrógeno e hidrógeno (Varnero, 2011; Aguilera, 2017; Acosta & Abreu, 2005).

Después de considerar los aspectos técnicos, se procedió al desarrollo de socializaciones con los propietarios de las 21 unidades productivas identificadas, y se estableció que 6 de estas unidades productivas se encontraron dispuestas a un proceso de implementación efectiva de los biodigestores.

En esta medida, se procedió a la construcción de los biodigestores en las unidades productivas que se encontraban dispuestas a su implementación con ciertas variaciones acordes con la capacidad sostenible de generación de los materiales orgánicos para un funcionamiento óptimo; y, finalmente, se procedió a la presentación de una serie de capacitaciones para el mantenimiento de los biodigestores dentro de parámetros apropiados.

3. DESARROLLO

En cada una de las 21 unidades productivas se inició con una reseña breve del proyecto, enfatizando en el objetivo principal, y dinámica de ejecución por parte de la Universidad de Cundinamarca. Posteriormente, se procedió a identificar las características del sistema productivo, manejo existente para los efluentes, porcentaje de aprovechamiento de los residuos y reincorporación al sistema productivo, y situación ambiental en el caso de los residuos de las granjas porcícolas.

Dentro de las 21 unidades productivas diagnosticadas, se encontraron tres finalidades principales para los desechos orgánicos, siendo estas:

- Abono verde, como fertilizante para las pasturas con un 43 %, lo cual se considera una buena práctica, ya que se realiza un reciclado de los nutrientes, disminuyendo el costo económico y ambiental de la adquisición de fertilizantes de síntesis química.
- Compostaje, que es realizado por el 45 % de las fincas visitadas, siendo un manejo que permite la gestión térmica de la materia orgánica, disminuyendo la presencia de microorganismos patógenos que puedan impactar negativamente la reincorporación al sistema productivo.
- Venta, que es adoptada por el 43 % de las fincas, manifestando realizar la venta de una parte del compostaje, como un ingreso adicional al sistema productivo principal.

Vale la pena resaltar, que, aunque las prácticas realizadas son buenas, al implementar la digestión anaerobia, no solo se estará aprovechando el material orgánico, sino que también se estará disminuyendo el impacto ambiental, disminuyendo los gases efecto invernadero, asumiendo el uso de energías alternativas y uso del digestato como abono orgánico, cerrando el ciclo productivo. El 85 % de los productores manifiestan tener conocimiento de poder generar gas por fermentación de material vegetal y en su totalidad (100 %), reconocen la misma posibilidad con material orgánico derivado de producciones pecuarias.

Finalmente, después del análisis de condiciones mínimas de generación de residuos y de disposición de los propietarios, se seleccionaron 6 unidades productivas para implementar los biodigestores (Tabla 1).

TABLA 1. UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS SELECCIONADAS

Productor	Vereda	Nombre del predio	Municipio	Fin productivo
Alirio Herrera	Bermejál	La Meseta	Fusagasugá	Bovinos leche
Álvaro Rodríguez	Jordán Bajo	Santa Bárbara	Fusagasugá	Porcicultura
Avelino Godoy	Guayabal	El Mirador	Fusagasugá	Porcicultura/cultivos
Naiceline Castro	Tierra Negra	La Saucita	Fusagasugá	Porcicultura
Universidad de Cundinamarca	Guavio Bajo	La Esperanza	Fusagasugá	Porcicultura/Ganadería
Universidad de Cundinamarca	Palogordo	El Tibar	Ubaté	Porcicultura

Fuente: Abril D., 2021.

Una vez ejecutada la fase 1 diagnóstico y selección, se procedió a la instalación del sistema de biodigestión o geomembrana en los predios de “La Meseta”, “El Mirador”, “La Saucita”, “La Esperanza” y “El Tibar”. La geomembrana se encuentra compuesta por los materiales descritos en la Tabla 2.

TABLA 2. MATERIALES DE LOS BIODIGESTORES

Descripción material	Unidad de medida	Cantidad
Biodigestor en geomembrana capacidad de 10 m ³	Unidad	Uno (1)
Reservorio biogás 3 m ³	Unidad	Uno (1)
Tanque biofertilizante 1 m ³	Unidad	Uno (1)
Tubo PVC 4 pulgadas	Metros	Uno (1)
Válvula de alivio	Unidad	Uno (1)
Filtro de sulfitos	Unidad	Uno (1)
Manguera 1 pulgada	Metros	Cincuenta (50)
Tubo PVC 1 pulgada	Metros	Cuatro (4)
Geotextil de cobertura	Metros	Siete (7)
Estructura techo	Metros cuadrados	Treinta (30)
Teja zinc	Unidad	Once (11)
Estufa / Calefactor	Unidad	Uno (1)

Fuente: Abril D., 2021.

4. DISCUSIÓN

La actividad agropecuaria y el manejo adecuado de residuos rurales pueden contribuir significativamente a la conversión de unidades productivas sostenibles y sustentables, ya que los residuos animales, vegetales y/o residuos orgánicos (biomasa) se pueden transformar en energía a través de procesos de digestión anaeróbica (Arias, *et al.*, 2018).

Sin embargo, en el proceso de análisis de la utilización de los residuos generados por la actividad agropecuaria, se presentan una serie de situaciones que se deben sopesar, con lo cual, una toma de decisiones acertada debe ser basada en la identificación de los mejores usos de los residuos que se generan en las unidades productivas, y aunque las prácticas que evidencian, los productores analizados corresponden con parámetros de sostenibilidad, en la implementación de los biodigestores no solo se estará aprovechando el material orgánico, sino que también se estará disminuyendo el impacto ambiental, se estarán disminuyendo los gases efecto invernadero mediante el uso de energías alternativas y el uso del digestato puede ser utilizado como abono orgánico, cerrando el ciclo productivo.

5. CONCLUSIONES

Es necesario plantear estrategias de mejora para la adopción de energías alternativas en zonas aisladas con una utilización más significativa de los residuos generados en las unidades productivas bajo parámetros de sostenibilidad, acudiendo a procesos de sensibilización que generen una adopción efectiva de recursos energéticos complementarios.

En esta misma medida, se hace necesario el diseño de estrategias de mantenimiento de la implementación de biodigestores debido a que las unidades productivas al ser pequeñas carecen de las herramientas tecnológicas, recursos económicos y de los conocimientos para

procurar por un desarrollo de las iniciativas en el tiempo, considerándose relevante la asistencia técnica y el acompañamiento para la generación de un verdadero desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Ariza, C., Rueda, L., & Sardoth, J. (2018). Biodigestión anaerobia como alternativa energética para reducir el consumo de leña en las zonas rurales. *Revista Espacios*, 39(39), 23-36.
- FAO (6 de julio del 2022). Informe de las Naciones Unidas: las cifras del hambre en el mundo aumentaron hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021. Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/newsroom/detail/un-report-global-hunger-SOFI-2022-FAO/es>
- Fernández-Rodríguez, M. J., Puntano, N. F., Mancilla-Leytón, J. M., & Borja, R. (2021). Batch mesophilic anaerobic co-digestion of spent goat straw bedding and goat cheese whey: comparison with the monodigestion of the two sole substrates. *Journal of Environmental Management*, 280, 111733.
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability*, 8(1), 69.
- Lorenzo Acosta, Y. & Obaya Abreu, M. C. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 39(1), 35-48.
- ONU (8 de noviembre del 2023). Población. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- PNDU (8 de noviembre del 2023). Objetivo 12: Producción y consumo responsables. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/produccion-consumo-responsables>
- Reyes Aguilera, E. A. (2017). Generación de biogás mediante el proceso de digestión anaerobia, a partir del aprovechamiento de sustratos orgánicos. *Revista científica de FAREM-Esteli*, 24, 60-81.
- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de biogás*. Minenergía-PNUD-FAO-GEF.
- Villamil, J. A., Mohedano, A. F., San Martín, J., Rodríguez, J. J., & De la Rubia, M. A. (2020). Anaerobic co-digestion of the process water from waste activated sludge hydrothermally treated with primary sewage sludge. A new approach for sewage sludge management. *Renewable Energy*, 146, 435-443.