

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: BIOGENERADOR, GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR BIOMASA A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE CERDOS

Maylen García¹, Dayana Naiyerling Galvis Villamizar², Pablo Andrés Gómez Monsalve²

¹Aprendiz Tecnoacademia, Electrónica y robótica, Tecnoacademia Cúcuta, Centro CEDRUM, Regional Norte de Santander

²Facilitadora Tecnoacademia, Electrónica y robótica, Tecnoacademia Cúcuta, Centro CEDRUM, Regional Norte de Santander

Resumen

El tema analizado en este artículo, fue la generación de energía eléctrica por biomasa a partir del estiércol de cerdos, en el mismo, se identificó el proceso necesario para lograr el aprovechamiento del excremento porcino como base para la generación de un combustible más amigable con el ambiente, adicional a ello, con miras, a la cada vez mayor demanda de energía en el mundo, se abordó la importancia del mismo.

La metodología empleada, correspondió a una investigación documental, tomando como referencia escritos nacionales e internacionales con una antigüedad no mayor a cinco años.

Los resultados permitieron evidenciar la cantidad de gas generado para una planta doméstica y proyectar la creación de plantas de mediano alcance. También se destaca la importancia en términos de ahorro y del cuidado del ambiente a partir de esta técnica de generación eléctrica, donde se hace mención a la cantidad de dióxido de carbono que se evita expulsar a la atmósfera, a través de este método, que lo convierte en una de sus mayores ventajas.

Palabras Clave: Carbono, energía, gasificación, generador, plantas, porcinos.

Introducción

La energía es fundamental para el desarrollo humano. Sin un suministro de energía básico adecuado, las personas no pueden cocinar sus alimentos, iluminar sus hogares o mantener refrigerados los medicamentos esenciales. Junto a la introducción de un uso térmico eficiente y limpio de la biomasa tradicional para cocinar, el suministro de electricidad a partir de fuentes de energía renovables puede

proporcionar servicios energéticos básicos para iluminación y comunicación promoviendo el crecimiento económico y local.

La energía renovable fotovoltaica, de turbinas eólicas y pequeñas centrales hidroeléctricas es muy adecuada para el suministro de electricidad fuera de la red y se ha introducido con éxito en innumerables casos en los países en desarrollo. Sin embargo, aunque la aplicación de la biomasa como fuente de electricidad sostenible parece prometedora, todavía se percibe como una opción para proporcionar electricidad a los pobres de las zonas rurales. (Vera, Martínez, Estrada & Ortiz, 2015).

Para generar electricidad, la biomasa se puede quemar, gasificar, digerir biológicamente o fermentar para convertirse en combustibles líquidos que impulsan un generador. Varias instituciones de investigación y las agencias internacionales califican la biomasa como una de las energías renovables más baratas disponibles como fuentes para la generación de energía. Además, la conversión de biomasa a electricidad es un proceso bajo en carbono, ya que el CO₂ resultante es capturado por el rebrote de la planta.

En contraste con la energía solar fotovoltaica o energía eólica, la tecnología de energía de biomasa puede generar electricidad bajo demanda en cualquier momento, siempre que se garantice un suministro suficiente de existencias de biomasa. Muchos residuos de productos agrícolas y forestales pueden proporcionar materia prima para la conversión de energía sin aumentar las necesidades de tierra. Los agricultores locales pueden generar ingresos adicionales proporcionando combustibles de biomasa para pequeñas centrales eléctricas locales.

Metodología

Debido a la necesidad que existe en el mundo de suplir su necesidad de recursos energéticos, para hacerse sostenible y alcanzar el crecimiento y desarrollo de la sociedad, este trabajo, comprendió principalmente artículos, tesis y documentos indexados de base de datos reconocidos que abordaran esta problemática. Para su selección, se tomó como base: pertinencia con el tema y 5 años de antigüedad. El mismo, se hizo siguiendo el paradigma de la investigación documental, a través de una revisión de la literatura relacionada con la generación de energía eléctrica por biomasa a partir del estiércol de cerdos. Donde, se hace un recorrido sobre el concepto e investigación fundamental que ensalzan las virtudes de este tipo de energía, aplicabilidad y discusión sobre experiencias en algunos países que facilitan o dificultan la implementación de esta técnica; lo anterior, como objetivos de este documento. Para ello, se hizo énfasis especialmente en los aspectos del modelo de gestión energética y la literatura relacionada con el tema investigado.

Revisión de Literatura

Concepto de Biogás

Según Martínez (2015), la tecnología del biogás, o la generación de un gas combustible a partir de la digestión anaeróbica de biomasa, es una tecnología conocida. Ya hay millones de plantas de biogás en funcionamiento en todo el mundo.

Mientras que el uso del gas para combustión directa en estufas o lámparas de gas es común, la producción de electricidad a partir de biogás es todavía relativamente rara en la mayoría de los países en desarrollo. En Alemania y otros países industrializados, la generación de energía es el objetivo principal del biogás. La instalación de plantas para la conversión de biogás en electricidad se ha convertido en una tecnología estándar.

Cabe señalar que el estiércol de cerdo es uno de los componentes con mayor potencial, ya que posee condiciones necesarias para su utilización en la generación de electricidad a pequeña y mediana escala en los países en desarrollo.

Principios de la Gasificación

1) Gasificación

La gasificación de biomasa es la conversión de

combustibles sólidos, como madera y residuos agrícolas, estiércol de cerdo y otros; en una mezcla de gas combustible. Un grupo electrógeno con motor de combustión utiliza este gas como combustible para producir electricidad. El gasificador es un reactor químico que utiliza astillas de madera, estiércol de cerdo, cáscaras de arroz, carbón o materiales carbonosos similares como combustible y los queman en un proceso de combustión incompleta debido a un suministro de aire limitado. En opinión de, Venegas, Raj & Pinto (2019), los productos del proceso de gasificación son:

- Cenizas sólidas.
- Productos parcialmente oxidados como el hollín (que deben eliminarse periódicamente del gasificador).
- Generador de gas.

Los principales componentes inflamables del gas generador resultante son:

- Monóxido de carbono (CO).
- Hidrógeno (H₂).
- Metano (CH₄).

2) Combustión

La combustión significa la quema de combustible, es una cadena de reacciones químicas exotérmicas que involucran combustible y un oxidante que produce calor y llama incandescente. La fórmula común se puede expresar como:

Combustible + Oxidante → Productos de combustión + Energía térmica

El oxígeno debe estar presente en caso de combustión. En el caso del estiércol de cerdo, la mayor parte de la biomasa pasa por proceso de combustión para producir energía, pero de una manera muy ineficiente.

3) Pirólisis

La pirólisis implica descomposición química y cambio físico de estado a una temperatura elevada en ausencia de oxígeno o halógeno. Este proceso es endotérmico, irreversible y un tipo de termólisis, el cual ayuda a convertir la biomasa en gas de síntesis y biocarbón. También descompone los aceites complejos en composiciones más ligeras.

4) Generación de electricidad

Para la generación de energía bioenergética se utilizan diferentes combustibles de biomasa, como

residuos agrícolas, (entre los que destaca el estiércol de cerdo, gracias a sus componentes ricos en metano), astillas de madera, residuos de madera, cultivos energéticos específicamente cultivados (por ejemplo, miscanthus, pasto varilla), así como materiales de desecho (Venegas, Raj & Pinto, 2019). Cabe señalar, que existen varios tipos de plantas de bioenergía.

5) Tipos de plantas.

Plantas de biogás, a base de aceite vegetal.

Centrales eléctricas, plantas de gasificación de madera.

Centrales eléctricas de la industria de la celulosa.

Centrales eléctricas de gas de alcantarillado (en esta se aprovecha el gas resultante del estiércol de cerdo.

Centrales eléctricas de gas de vertedero.

Experiencias con bioelectricidad

La gasificación de biomasa a partir del estiércol (incluyendo el de cerdo), es una tecnología relativamente antigua, y ha tenido una historia larga. En las ciudades de Europa occidental, el gas urbano se produjo mediante la gasificación del carbón, antes de que el gas natural estuviera ampliamente disponible. En 1850, gran parte de Londres estaba iluminada por luces de gas producidas por gasificadores. Sin embargo, con la creciente disponibilidad de otras fuentes de energía y electrificación, la tecnología pronto perdió su importancia.

El estudio realizado por Gómez, Rodríguez & Torres (2017), explica que, en los primeros años del siglo XX, los sistemas de gasificación para alimentar motores y camiones estacionarios se demostraron, pero no obtuvieron una aceptación general. La tecnología reapareció solo después de que los combustibles derivados del petróleo escasearan durante la Segunda Guerra Mundial. Casi un millón de vehículos propulsados por gasificadores estuvieron en uso durante ese tiempo. Sin embargo, con la creciente disponibilidad de diésel y gasolina, esta tecnología comparativamente inconveniente por los costos asociados, fue nuevamente abandonada.

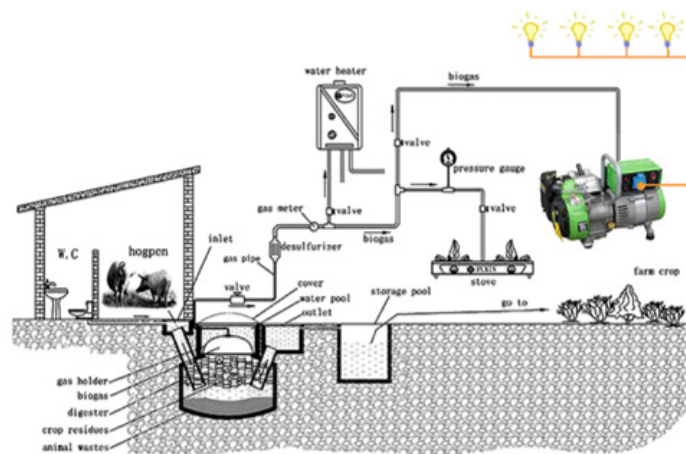


Figura 1. Planta de conversión de gas a electricidad

La siguiente vez que la tecnología de gasificación recibió interés fue durante la crisis energética de la década de 1970 y 1980. En la década de 1980, unos 15 fabricantes ofrecían energía de madera, Biomasa y carbón vegetal.

Sistemas de energía en varios países en desarrollo, como Brasil, China, Filipinas, India, Indonesia y Tailandia tenían programas de gasificación basados en tecnologías desarrolladas localmente. En algunos casos, la tecnología fue promovida por empresarios locales. Sin embargo, debido a los frecuentes problemas técnicos y la caída de los precios de la gasolina, el interés por esta tecnología una vez más desapareció rápidamente. Solo las plantas y aplicaciones industriales de mediana y gran escala para la producción de calor lograron cierto éxito económico y se volvió bastante común.

Adicional a ello, según González (2016), se utiliza la gasificación de biomasa con bastante éxito en la península de Escandinavia, especialmente utilizando el estiércol de cerdos y la industria de la madera, la pulpa y el papel.

En los últimos años, a nivel mundial, el desarrollo y construcción de nueva gasificación de plantas de pequeña y mediana dimensión, ha vuelto a cobrar impulso durante la última década, paralela a las discusiones sobre el cambio climático. También, se han instalado muchas plantas en la India y el sudeste asiático. En Alemania, las altas tarifas de alimentación garantizadas provocaron la instalación de aproximadamente 50 plantas gasificadoras de alta potencia.

Potenciales y desafíos de la producción de la energía eléctrica a partir del estiércol de cerdo

Aunque la disponibilidad de datos operativos es limitada, la multitud de proyectos de gasificación empleados en el estudio de Osejos, Quimis, Jaramillo, & Merino (2018), permite evaluar las siguientes potenciales y desafíos:

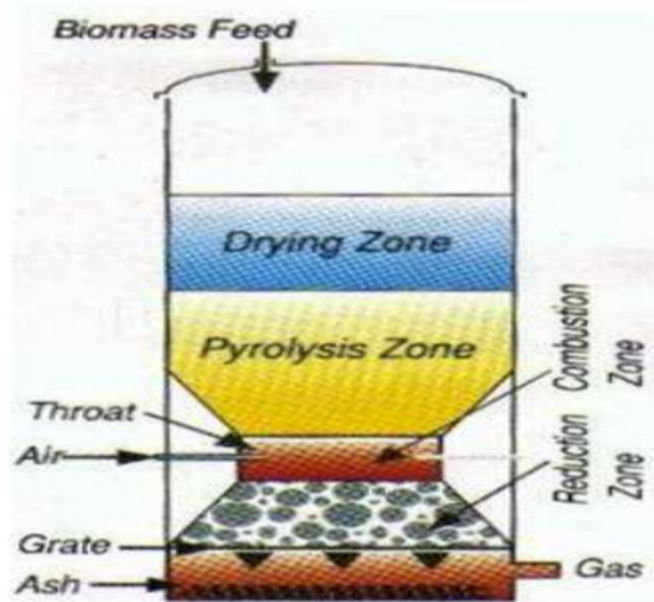
1) Ventajas

- La tecnología de gasificación se utiliza principalmente en sistemas de tamaño mediano con aproximadamente 150 – 500kW. Pero es principalmente adecuado para pequeñas centrales eléctricas en el rango de 10 kW a más de 100 kW también.

- El gas de producción se puede utilizar como combustible, tanto para motores Otto (gasolina), como para motores Diésel. En general, estos motores deben adaptarse ligeramente a este combustible. Motores Otto puede funcionar exclusivamente con gas de producción, mientras que los motores Diésel deben mezclarse con combustible diésel convencional. Los sistemas con mezcla de diésel parecen ser más tolerantes a la fluctuación de la carga, de la calidad y cantidad del gas de síntesis.

- Los costos de inversión para una planta de gasificación para la generación de electricidad a partir del estiércol de cerdo, varían significativamente, según datos de González (2016), en los países europeos oscilan entre EUR 150 / kW_{el} y EUR 3000 / kW_{el}. En la zona Euro, se afirma que la tecnología de gasificadores fabricados (para el aprovechamiento del estiércol de cerdo) es más barata que las plantas a base de derivados del petróleo. Sin embargo, con frecuencia se informa de baja calidad para los gasificadores de producción local. Es probable que los gasificadores baratos de producción local requieran mucho más mantenimiento y que estos costos a menudo no se documenten y calculan correctamente.

- A diferencia de la información de las empresas de los productores de gasificadores, en comparación con las empresas que se basan en el aprovechamiento del estiércol de cerdo, debe aclararse que aún no existe una tecnología de gasificación estándar confiable y asequible apropiado para aplicaciones rurales a



pequeña escala y que sea fácilmente disponible en el mercado.

2) Desventajas

No obstante, aún quedan varios problemas técnicos sin resolver.

- En general, la tecnología de gasificadores de energía a pequeña escala demostró ser poco confiable y costoso. Incluso los pocos casos en los que las plantas gasificadoras funcionaron bastante bien, durante períodos prolongados, se experimentaron muchos problemas técnicos durante los primeros dos años y solo la gestión y operación extraordinariamente motivadas y comprometidas pudieron superar estos obstáculos. Además, no existe un experto, rápido y confiable que dé apoyo de suministro y repuestos. Esto, se aplica al desarrollo de países no industrializados, así como a países industrializados.

- Incluso cuando las plantas están operativas desde la perspectiva técnica, resultó que las organizaciones comunales no son los operadores ideales. En cambio, los operadores comerciales con más propiedad resultan costosos.

- A pesar de las propiedades del estiércol de cerdo para la generación de gas, que pueda ser aprovechado para desarrollar plantas de energía eléctrica, el combustible más apropiado es madera cortada en seco y cáscara de arroz.

Resultados

Según el análisis realizado por Baculina & Rocano (2015), una pequeña planta de biogás en una granja porcina, puede generar aproximadamente 30 kW de electricidad. Sin embargo, según se desprende del estudio realizado por Garrido (2017), para la construcción de una planta de energía de 300 kW de biogás a mayor escala, los resultados mostraron, que el caudal óptimo de biogás para el motor debe ser de alrededor de 240 a 260 L/min, y la máxima generación de energía, para la correspondiente eficiencia térmica y el porcentaje de CH₄ consumido es de 26,8 kW, 28,7% y 95,4% respectivamente, a una tasa de suministro de biogás de 260L/min.

Adicional a ello, con aire enriquecido con oxígeno al 3%, la generación máxima de energía, la eficiencia térmica y el porcentaje de CH₄ consumido aumenta hasta 28,2 kW, 30,2% y aproximadamente 100%, respectivamente, para una tasa de suministro de biogás de 260 L / min.

Según estos datos, un motor puede funcionar normalmente a una tasa de suministro de combustible limitada más baja de 220 L/min. El intercambio de calor recuperado es de 923 kJ /min de calor de los gases de combustión, lo que se traduce en una eficiencia general del 47,3%, a una tasa de suministro de biogás de 240 L / min.

Finalmente, con la población de 1000 cabezas de cerdos, existe una estimación de los beneficios económicos en el uso del biogás que incluye una generación de electricidad anual de $2,67 \times 10^8$ kWh, a un 47% menos del combustible diésel. Otro dato importante, es que la reducción de dióxido de carbono a la atmósfera sería de 180.000 toneladas al año.

Conclusiones

En este documento, se revisó el proceso de conversión de residuos de estiércol en bioenergía para ayudar a combatir la necesidad energética del mundo y las amenazas medioambientales de las prácticas tradicionales de gestión de residuos ganaderos.

Las conclusiones, evidencian que el proceso bioquímico de la gasificación para la producción eléctrica, es una tecnología establecida capaz de producir electricidad. Sin embargo, los procesos técnicos y biológicos para la producción de gas, se

encuentran en las primeras etapas de investigación, aun así, prometen convertirse en un recurso energético renovable y sostenible, si se piensa primeramente en el cuidado ambiental.

Queda además evidenciado, que el proceso de conversión termoquímica, pirólisis, licuefacción y la gasificación, tanto en seco como en húmedo, tienen la capacidad de convertir los desechos del ganado porcino en productos de valor agregado como combustibles gaseosos y aceites combustibles.

Finalmente, la Integración de agentes biológicos y tecnologías de conversión basadas en calor mediante: recaptura del CO₂ evolucionado para promover el crecimiento de algas y la utilización de la gasificación húmeda; que, además se emplee como componente de recuperación de energía del gas generado a partir del excremento de cerdo, es prometedora para una bioenergía de residuos altamente eficiente y sostenible en recursos.

Referencias

- Garrido, G. (2017). Diseño de una estación eléctrica de carga a partir de biomasa producto de residuos orgánicos. Universidad de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Baculina, M. & Rocano, G. (2015). Estudio para la determinación de la producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de biogás de una granja porcina. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Osejos, M., Jaramillo, J., Merino, M. & Quimis, A. (2018). Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja. Dominio de ciencias, 4(1), 709-733.
- González, C. (2016). Estudio de prefactibilidad para la generación de energía a partir de biomasa residual en granjas de cerdo de una industria porcícola. Universidad ICESI, Cali, Colombia.
- Gómez, E., Rodríguez, J. & Torres, A. (2017). Implementación de un biodigestor para el aprovechamiento de los residuos de las granjas porcinas en el municipio de Tibana. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vera, I., Martínez, J., Estrada, M. & Ortiz, A. (2014). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. Ingeniería, Investigación y Tecnología, 15(3), 429-436.
- Martínez, M. (2015). Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato. Nova scientia, 7(15), 201-205.
- Venegas, J., Raj, D. & Pinto, R. (2019). Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas. Análisis económico, 34(85), 159-167.