



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 11. N° 31  
Febrero 2018  
[www.eumed.net/rev/delos/](http://www.eumed.net/rev/delos/)

## **LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS POR DEGRADACIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMO ALTERNATIVA DE ENERGÍA EN ECUADOR**

**María Elena Godoy Zúñiga<sup>1</sup>**

**Maria Fernanda Silva Recalde<sup>2</sup>**

**Joselyn Andrea Palacios Fuentes<sup>3</sup>**

**Ecuador**

### **CONTENIDO**

Resumen .....	2
Abstract .....	2
1    Introducción .....	3
2    Marco teórico .....	5
2.1    Producción de energías renovables en Ecuador .....	5
2.2    Planta de Generación de Energía Eléctrica a partir de Biogás en Quito .....	6
2.3    Proyecto Biogás Pichachay, Cuenca .....	7
2.4    Tipo de energía alternativa a partir de biomasa (desechos orgánicos) .....	7
2.5    Beneficios y Desventajas de la obtención de biogás como alternativa energética .....	9
2.5.1    Beneficios económicos .....	9
2.5.2    Beneficios ambientales .....	9
2.5.3    Beneficios sociales y desventajas .....	10
3    Metodología .....	10
4    Conclusiones .....	10
5    Referencias Bibliográficas .....	11

<sup>1</sup> Docente de la Facultad de Comunicación de la Universidad Espíritu Santo. Máster en Educación Superior. Doctoranda en Lingüística. Correo electrónico: mariaegodoy@uees.edu.ec

<sup>2</sup> Estudiante de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Artes Liberales de la Universidad Espíritu Santo. Correo electrónico: fersilva@uees.edu.ec

<sup>3</sup> Estudiante de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Artes Liberales de la Universidad Espíritu Santo. Correo electrónico: jpalaciosf@uees.edu.ec

## **RESUMEN**

A partir del crecimiento del consumo global de energía, el desarrollo de ciertas fuentes alternativas es cada vez más importante, especialmente en lo que se refiere a la gestión de residuos y uso de energía, con la posibilidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Entre las energías alternativas se encuentra la que resulta de la degradación de materia orgánica para la producción de un tipo de combustible denominado biogás y a su vez, el aprovechamiento de transformación de la materia orgánica transformada en abono orgánico, comúnmente llamado Biol. El presente trabajo de tipo bibliográfico, reúne las características de mayor relevancia del tema de estudio, así mismo contempla ventajas y desventajas de la implementación de biodigestores que en base al sustento de ciertos investigadores, resulta muy favorable su implementación.

**Palabras clave:** biodigestores, fuentes alternativas, residuos, energía, degradación.

## **ABSTRACT**

Based on the growth of global energy consumption, the development of certain alternative sources is increasingly important, especially in terms of waste management and energy use, with the possibility of reducing dependence on fossil fuels. Among the alternative energies is the one that results from the degradation of organic matter for the production of a type of fuel called biogas and, in turn, the use of transformation of organic matter transformed into organic fertilizer, commonly called Biol. bibliographic type, gathers the most relevant characteristics of the subject of study, likewise contemplates advantages and disadvantages of the implementation of biodigesters that based on the sustenance of certain researchers, its implementation is very favorable.

**Key Words:** biodigesters, alternative sources, waste, energy, degradation.

## **1 INTRODUCCIÓN**

Los desechos o residuos son el resultado de las actividades de consumo de la vida cotidiana de la población, así como del desgaste de productos en el tiempo. Actualmente, no todo lo que se usa y consume debe ser considerado un material descartable o basura común, es decir, para que se considere un residuo debe existir la decisión del individuo o grupo de personas que ese objeto no tiene utilidad o valor alguno, y por lo tanto desprenderse de él. De acuerdo a Yepes, Montoya y Orozco (2008) la valorización de los residuos consiste en *“la implementación de técnicas o métodos que permitan a empresas e industrias aprovechar los mismos, introduciéndolos en un proceso que aporte nuevos productos; sobre todo en actividades agrícolas, donde sin lugar a duda se genera una variada y significativa cantidad de desechos”*.

Ecuador es un país que goza de condiciones adecuadas para la valorización de residuos a partir del proceso de descomposición: posee un clima estable durante todo el año (con una temperatura global de 1.1 °C por encima de la estimada en el 2015, según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, NOAA (NOAA, 2016)) y a su vez tiene a su disposición la entrada de varios cuerpos de agua por parte de cuencas hidrográficas, lo que le permite mantener suelos adecuados para desarrollar múltiples actividades relacionadas con la agricultura (Velásquez, 2013). Si bien, la actividad agrícola es la principal fuente de materia orgánica (36% por residuos animales y vegetales), el proceso de digestión aerobia y anaerobia también es factible con residuos urbanos (desechos de alimentos en los hogares, mercados, supermercados y/o lodos de depuradoras) en un menor porcentaje (9%) (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014). Según la norma NTE INEN 2841:2014, un desecho sólido orgánico se descompone de forma natural (por la acción microbiana en condiciones normales) y en un tiempo relativamente corto (seis meses a un año), desprendiendo consigo gas metano y dióxido de carbono, quienes en su conjunto forman el biogás. Esta categoría de desechos incluye a los restos de comida, frutas, verduras, partes de hojas y ramas de árboles, entre otros.

El biogás es un gas combustible producto de la descomposición de materia orgánica a través de un proceso biológico llamado degradación anaerobia (Surendra, Takara, & Hashimoto, 2014), que desde su identificación en el siglo XVII, ha sido motivo de investigaciones y pruebas como base para la generación eléctrica en motores para bombas de agua, alumbrado, cocción de alimentos, y refrigeración. Y no fue sino hasta los años 70, luego de la crisis energética, que se retomó con gran ímpetu su difusión y extensión de uso en todo el mundo, especialmente en los países latinoamericanos, logrando abarcar hasta el momento el 29.4% de la demanda energética (Wellinger, Murphy, & Baxter, 2016). Garfí, Martí y Ferrer (2016) acotan que Argentina es el mayor desarrollador de tecnología propia de biogás destinado al tratamiento de vinazas (residuo de

industrialización de la caña de azúcar); entre tanto, Brasil y Colombia utilizan sistemas combinados de tecnología europea y local. Asimismo, Rodríguez y Nilsson (2017) resaltan que Chile, desde el 2006, incluyó un importante porcentaje de esta fuente en la red de distribución urbana de gas natural.

Ecuador lleva 10 años desarrollando estudios y proyectos que empleen el biogás como fuente de energía e ingresos al país, cuyo énfasis surgió luego del déficit de generación eléctrica que se mantuvo anterior a la construcción y repotenciación de las plantas hidroeléctricas (Barragán & Terrador, 2016). Actualmente, existen ya proyectos en marcha en ciudades como Cuenca y Quito que esperan aprovechar el biogás obtenido del relleno sanitario para abastecer a 7 300 familias con un promedio de 160 kWh/mes, conectados directamente al sistema eléctrico de la ciudad. Sin embargo, estos avances solo alcanzan el 4% de la demanda energética del país (Carpio, 2014). Álvarez y González (2016) indican que la poca cantidad de proyectos de la misma índole se debe a la falta de conocimiento sobre la tecnología y su beneficio ecológico y económico, junto a los costos de inversión que acarrearán dichas obras.

Del mismo modo, otra de las grandes problemáticas del país, que da mayor cabida a la implantación del biogás, es la incorrecta disposición de desechos sólidos. El manejo de los desechos sólidos es considerado uno de los problemas más notorios provocados en Latinoamérica a causa del crecimiento demográfico, desarrollo económico y la urbanización. Para el año 2012, se estimó una producción de 1.3 millones de t/año de residuos sólidos en zonas urbanas, con una producción per cápita de 1.2 kg/día. De este volumen, el 46% de los residuos sólidos son de tipo orgánico, los cuales provienen de actividades domésticas, agrícolas y forestales que debido al manejo post uso, el 59% termina en los rellenos sanitarios de las ciudades (Chávez & Rodríguez, 2016).

Como soporte a lo explicitado en el párrafo anterior, Ecuador genera cerca de 400 000 toneladas de basura anualmente, de las cuales el 43% corresponde solo a Guayaquil y Quito. De este total, el 62% deriva de residuos orgánicos, el 25% a inorgánicos (reciclables) y, el restante 13% a residuos sin posibilidad de aprovechamiento (Torres, 2015). El agravante para esta situación no es en sí la cantidad de basura generada, sino el mal manejo que se les da post uso. Delgado (2016) rescata que Ecuador ha tenido un progreso considerable en el aprovechamiento de sus desechos, aumentando del 15 al 34% para el 2012; sin embargo, en su mayoría son planes piloto que suceden en ciertas comunidades (extensas) y no en toda la población. Asimismo, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) (2014) asegura que el volumen de desechos orgánicos utilizados para la producción de energía en Ecuador solo alcanza el 10% del total anual.

Por todo ello, la importancia de abordar esta temática radica en el evidente crecimiento de la demanda de bienes y servicios con requerimiento de nuevas fuentes de energía que satisfagan las necesidades de los habitantes. Pese a que el progreso del país, en temas energéticos, ha sido significativo en los últimos 10 años, muchos autores concuerdan que el camino aún es incipiente.

El INER estipula que en el 2013 la demanda nacional de derivados de petróleo (diésel, gasolina y GLP) tuvo una tasa de crecimiento del 6%, mientras que la demanda de fuentes de energías renovables fue del 3% (INER, 2014). Adicional a ello, De la Torre (2017) expresa que el gas metano (constituyente en un 60% del biogás) tiene 21 veces más capacidad de absorber la temperatura que el dióxido de carbono, y por tanto, resulta riesgosa su circulación por el ambiente, siendo lo más conveniente su aprovechamiento como energía.

De igual forma y sumado al aumento exponencial de la demanda de energía, se encuentra la disminución de la producción de petróleo convencional, debido al paulatino agotamiento de los más grandes yacimientos de combustible fósiles (Lalvay & Vidal, 2013). Ello representa un problema inminente, puesto que la economía de muchos países alrededor del mundo gira en torno al petróleo. Por esta razón, la presencia de alternativas energéticas de índole eficiente o renovable, son las opciones más viables para amortiguar esta depresión.

Es por eso que, el objetivo de la investigación se orienta a analizar la incidencia de la producción de biogás por la degradación de desechos orgánicos como una alternativa energética renovable que pueda ser fácilmente empleada en el país y permita satisfacer de una manera más óptima e integral las necesidades de la sociedad, a través del aprovechamiento de recursos.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Producción de energías renovables en Ecuador**

La introducción de las energías renovables en el mercado mundial aún es lenta, pues pese a que permiten el aprovechamiento de los recursos locales, generan energía a menor coste (en comparación con las fuentes convencionales), y representa un gran importe ambiental, su explotación, desarrollo e investigación están en curso (Loachamin, 2016). Incluso, países como Suecia, Letonia, Finlandia, Austria y Dinamarca utilizan la energía renovable como complemento de la convencional, a un porcentaje de eficiencia de hasta el 60% (Cevallos & Ramos, 2017).

Como se había mencionado en acápites anteriores, el avance de Ecuador en temas energéticos es considerable versus a lo que existía en el 2007. Para el 2012, el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) clasificó el porcentaje de aprovechamiento de recursos renovables según el tipo de energía que producía con base a los 21 561.51 GWh totales de producción energética para dicho año, resultando en: 1) hidráulica (45.62%), 2) térmica (biomasa) (1.93%), 3) eólica (0.05%), 4) solar (0.004%). El mismo organismo público estimó que el país utiliza un 47.60% de energía renovable y un 52.40% de energía no renovable, para el abastecimiento local (CONELEC, 2013).

Asimismo, los proyectos de generación eléctrica que emplean como materia prima los recursos renovables se enlistan a continuación (Lalvay & Vidal, 2013):

Tabla #1.  
Proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables más emblemáticos en Ecuador

No.	Proyecto/Central	Tipo de energía
1	Huascachaca	Eólica
2	Villonaco	Eólica
3	Salinas	Eólica
4	Toachi Pilatón	Hidroeléctrica
5	Coca Codo Sinclair	Hidroeléctrica
6	Quijos	Hidroeléctrica
7	Minas de San Francisco	Hidroeléctrica
8	Paute Mazar	Hidroeléctrica
9	Multipropósito Baba	Hidroeléctrica
10	Ocaña	Hidroeléctrica
11	Victoria	Hidroeléctrica
12	Chorrillos	Hidroeléctrica
13	Buenos Aires	Hidroeléctrica
14	San José de Minas	Hidroeléctrica
15	Pascuales 2	Hidroeléctrica
16	Miraflores TG1	Hidroeléctrica
17	Quevedo	Hidroeléctrica
18	Santa Elena	Hidroeléctrica
19	Manta	Hidroeléctrica
20	Jaramijó	Hidroeléctrica
21	Baltra-Santa Cruz	Eólica
22	Biogás Pichacay	Térmica
23	Biogás El Inga	Térmica

Fuente: CONECEL, 2012

## 2.2 Planta de Generación de Energía Eléctrica a partir de Biogás en Quito

El promedio de basura del Distrito Metropolitano de Quito alcanza las 2 000 toneladas diarias, con las cuales se pretende dar inicio al proyecto de generación de eléctrica Relleno Sanitario El Inga I y II, en la parroquia Pifo, cantón Quito, cuya estructura se construyó bajo una alianza público-privada, firmada en enero de 2016 (El Telégrafo, 2017).

Actualmente, el sistema tiene instalado dos generadores con una capacidad de producción de 40 MW al día e interconectados con la red nacional de energía, que conforman la primera fase de la obra. En la ejecución de la segunda fase (marzo 2017) se implementaron tres generadores

más. El objetivo central de este proyecto es el abastecimiento de al menos 20 000 familias registradas al suministro básico de electricidad (El Telégrafo, 2017).

La planta se localiza en el interior del Relleno Sanitario El Inga de Quito, dentro del cual se instalaron tuberías subterráneas de HDPE (polietileno de alta densidad) hacia la central, por donde el flujo de biogás (producto de la descomposición orgánica de los desechos) se traslada hacia dos motogeneradores (con una línea de transmisión de 22.8 kV y una potencia de 5MW hora) que funcionan bajo el ciclo Otto (ARCONEL, 2016).

### **2.3 Proyecto Biogás Pichachay, Cuenca**

La planta se ubica a 21 km de la ciudad de Cuenca, en la parroquia Santa Ana, y consta de la perforación de 30 pozos en el relleno sanitario de Pichachay (ARCONEL, 2015). El proyecto dio inicio en el año 2015 y cuenta con dos fases: 1) captación y destrucción del gas metano resultante de la descomposición de desechos, y 2) aprovechamiento del biogás para la generación de energía (El Tiempo, 2015).

Los pozos de captura se colocaron entre 15 y 30 metros de profundidad, los cuales conducen el fluido (con una línea de transmisión de 22 kV) hacia un bioprocesador que absorbe y elimina la humedad, separa los componentes y los purifica, hasta la transformación en energía limpia. Este procesamiento, al igual que Quito, también se halla interconectado con el Sistema Nacional de Electricidad (El Telégrafo, 2015).

### **2.4 Tipo de energía alternativa a partir de biomasa (desechos orgánicos)**

Usualmente este tipo de energía se relaciona con los llamados biocombustibles, los cuales se generan a partir de biomasa renovable. Para ello, existen tres procesos de producción energética más comunes: 1) quema (generación de vapor por el movimiento continuo de una turbina), 2) extracción y transformación (por extracción de aceite y/o alcohol de cultivos, 3) descomposición (biogás) (Quesada, Díaz, & Ordóñez, 2014).

El biogás es un biocombustible renovable compuesto por un 60% de metano y un 39% de dióxido de carbono; el restante 1% concierne a cantidades trazas de ácido sulfhídrico, hidrógeno y nitrógeno (Bueno, 2016). De manera artificial, este se genera por la descomposición de residuos orgánicos por medio de un proceso de fermentación anaeróbica en un depósito completamente cerrado y bajo temperaturas internas de 60°C (Asís & Dopazo, 2016). Entre tanto, en la naturaleza se produce por la putrefacción (durante un periodo de tiempo mayor al artificial) de la materia orgánica, tomando el nombre de gas natural (Bueno, 2016).



La tecnología más común de captura del gas metano se conoce como biodigestor, y estos pueden ser aerobios (en presencia de oxígeno) o anaerobios (en ausencia de oxígeno). Estos últimos son los más comunes y representan el 80% de eficiencia (Guerra, 2015). Dicha innovación tecnológica data del año 1859 en Bombay, India, donde se construyó el primer biodigestor, y, posteriormente, se difundió hasta Asia y Sudáfrica (Andino & Martínez, 2017).

La materia prima del biodigestor es la biomasa, la cual se obtiene a partir de desechos humanos y animales, residuos agrícolas, aceite de palma y plantas acuáticas. El mecanismo interno de conversión bioquímica de la biomasa a biogás es a través de varios procesos bacterianos y enzimáticos que actúan simultáneamente (Orellana, 2015). Yang, Zhang y Wang (2015) detallan que la biomasa se mezcla en el digestor, previamente llenado con agua en proporciones 1:2, en donde la materia orgánica (por medio de un proceso denominado licuefacción) se descompone y fermenta generando ácidos y alcoholes. Posteriormente, entran en acción bacterias metanogénicas (especialistas en la producción de metano) las cuales rompen las cadenas de ácidos y forman, en mayor cantidad, gas metano y dióxido de carbono, y en cantidades trazas, nitrógeno y ácido sulfhídrico (le otorga el olor a podrido).

Por tanto, el biogás que se obtiene en este proceso está constituido por una mezcla de gases combustibles (60% de metano y 39% dióxido de carbono) con alta inflamabilidad y alto poder calorífico (entre 20 – 30 MJ de energía calórica por metro cúbico de gas), es decir, entre 1.3 – 1.6 kWh o ½ litro de petróleo (Castelli & Segato, 2014), característica que le permite ser útil como fuente de energía. . Además de ello, la biodigestión coadyuva a la reducción de los excrementos de origen animal y humano, más desechos agrícolas, disminuyendo consigo la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) en un 95% (Rivera, Méndez, & Herrar, 2015). Para que esto ocurra las condiciones internas del biodigestor deben ser estables en cuanto a pH, presión y temperatura.

El equipo debe estar estructurado por las siguientes tres cámaras: 1) cámara de carga (conducto de carga para el suministro continuo o esporádico de la materia orgánica), 2) cámara de digestión (transformación a biogás por acción de las bacterias anaerobias), 3) cámara de descarga de residuos (depósito de material estabilizado, no apto a la degradación, que sirve como abono). Adicionalmente, es importante que se instale un gasómetro o una campana de acumulación, donde se almacene el biogás hasta su utilización como energía (FAO, 2012).

Los biodigestores pueden ser contruidos a escala industrial o doméstica, pues de esto dependerá el tipo. Para los primeros se utiliza el sistema discontinuo y para los segundos el semi-discontinuo (Rivera, Méndez, & Herrar, 2015).

El sistema discontinuo se desarrolla en una sola carga y, posteriormente, se cierra herméticamente durante 20 – 50 días, tiempo que dura la descarga completa del gas (Rivera, Méndez, & Herrar, 2015). El sistema semi-discontinuo se emplea para la producción diaria de biogás, ya que éste debe reponerse constantemente con flujo de biomasa activo para que dentro de 45 días aproximadamente ocurra la descarga del biogás (Morán, 2017).



Al final del proceso y simultáneo a la generación del biogás, también se produce un líquido semi-viscoso denominado biol, el cual es útil como fertilizante por su alto contenido de fósforo, potasio y nitrógeno (Rodríguez & Ticona, 2017).

Luego, y para que se produzca energía eléctrica, es necesario que el flujo de biogás se desplace a través de cualquiera de estas opciones: a) turbina de gas, b) celdas de combustibles, c) turbina de vapor, o d) motor de combustión interna (ciclo Otto), los cuales, por medio de un transformador, generan el producto final (Asís & Dopazo, 2016).

Esta tecnología (biodigestor) ofrece múltiples beneficios, tales como: a) producción de combustible natural, b) aprovecha los desechos orgánicos, c) no produce desechos secundarios, d) fomenta la sostenibilidad energética, e) reduce la emisión de gases de efecto invernadero, f) se reduce, indirectamente, la contaminación del suelo por la rotura de las bolsas y la proliferación de insectos y roedores (Andino & Martínez, 2017).

## **2.5 Beneficios y Desventajas de la obtención de biogás como alternativa energética**

Los beneficios para generar biogás como alternativa energética son diversos y afectan, positivamente, a los sectores: económico, ambiental y social.

### **2.5.1 Beneficios económicos**

Dentro de los beneficios económicos se encuentran los siguientes: a) Producción del gas metano, el mismo que se puede utilizar para la calefacción y la iluminación, reduciendo así el uso de energía eléctrica del área donde se desarrolla el proceso de producción de biogás. Esta es una manera de producir energía que no es contaminante en su proceso ni en su combustión, contrario a lo que sucede con los combustibles fósiles, b) producción de bioabono de alta calidad, c) Reducción de costos por desplazamiento de energía eléctrica fósil por energías renovables y d) beneficios macro económicos a través de la generación descentralizada de energía. (ARCONEL, 2015).

### **2.5.2 Beneficios ambientales**

El uso de biodigestores puede ayudar a disminuir los problemas relacionados con la contaminación de aguas residuales por excretas y a su vez mantener un equilibrio ambiental en donde se pueda mejorar la estructura y composición del suelo. Así mismo, estos cumplen una función ecológica, al reciclar totalmente los residuos a un costo muy bajo, protegen el suelo (produciendo abonos de gran calidad suelo permitiendo que se produzca también un aumento en la producción de la vegetación cultivada), las quebradas y ríos (al evitar verter residuos orgánicos), el aire y la atmosfera (al reducir las emisiones de CH<sub>4</sub>), reduciendo de esta manera el efecto

invernadero que producen los residuos cuando se los vierte descontroladamente en el medio ambiente. (Giorda & Suárez, 2017) .

Según Sáenz (2007), otra de las ventajas recae en que sirve para la “producción de fertilizante orgánico; considerada una opción para cambiar la agricultura tradicional por una orgánica, el afluente del biodigestor es una excelente alternativa”.

### **2.5.3 Beneficios sociales y desventajas**

En vista de que los biodigestores se pueden aplicar tanto a nivel industrial como local, las personas que hagan uso de esta tecnología, pueden generar una nueva fuente de ingreso y a su vez están contribuyendo al aprovechamiento de los residuos empleados, ya que se genera biol, que es un abono orgánico natural que funciona como un estimulante foliar para las plantas y un excepcional potenciador para suelos, este abono es la resultante de la degradación de la materia orgánica. (Yang, Zhang, & Wang, 2015)

Según Guerra (2015), los biodigestores a más de ofrecer nuevas oportunidades de trabajo y aprovechamiento de recursos a través de la valoración de residuos se pueden también contribuir en la eliminación o evitar las emisiones de olores y gases a la atmósfera, ya que el proceso de digestión anaerobia se da en condiciones herméticas y no se emplea aire.

Por otro lado, las desventajas son resumidas y se asocian a a) la complejidad de instalación y diseño del sistema de almacenamiento a gran escala, b) al ser escueto, acarrea altos costes de inversión inicial y una tasa de retorno prorrateada, c) es perceptible la generación de pequeñas cantidades (no determinadas) de dióxido de carbono (Bruun & Sommer, 2014).

## **3 METODOLOGÍA**

El presente estudio es cualitativo, puesto que está enfocado en la interpretación de los hallazgos, acerca del biogás, como recurso energético. A través de una revisión bibliográfica, se consideró los criterios de búsqueda como: la materia prima del biodigestor, requerimiento de nuevas fuentes de energía, la producción de energía renovables y el biogás como recurso energético.

## **4 CONCLUSIONES**

Actualmente, el nivel de vida y confort de la sociedad requiere de una alta demanda energética. Por tanto, el reto de las diferentes organizaciones y empresas a nivel mundial consiste en buscar el equilibrio e implementar el desarrollo sostenible, manteniendo el nivel de actividad, transformación y de progreso ajustado a las necesidades actuales sin comprometer los recursos existentes para generaciones futuras.

Otro de los retos a los que se enfrentan es la búsqueda de soluciones capaces de amortiguar y evitar el daño al que se expone el medio ambiente. No obstante, la producción de

biogás por degradación de abono orgánico como alternativa de energía, en base a la recolección de información de tipo bibliográfico sustenta que esta es una de las opciones mas rentables y “accesibles” de implementar, ya sea a nivel industrial o doméstico ya que satisface dos problemáticas que la sociedad enfrenta como lo son el manejo de desechos sólidos y la generación de fuentes de energía.

La importancia de la producción de biogás radica principalmente en el aprovechamiento de residuos sólidos para producir energía renovable y de bajo costo. Esta es una manera de producir energía que no es contaminante en su proceso ni en su combustión, contrario a lo que sucede con los combustibles fósiles. Los beneficios de este tipo de tecnología engloban tres ejes que son considerados parte de la filosofía del desarrollo sustentable y son: la sociedad, el ambiente y economía.

Por todo ello, el biogás es una alternativa que apuesta a fortalecer la seguridad energética ya que brinda ventajas competitivas en relación a otras fuentes alternas de energía. Hace unos años atrás, no existía la posibilidad de apostar por este tipo de soluciones, es por eso que ahora se deben de aprovechar y desarrollar proyectos similares.

Por lo tanto, se concluye que la aplicación y uso de biodigestores para la generación de biogás trae consigo numerosos beneficios que a corto y largo plazo pueden ser evidenciados en el lugar de producción y en el medio ambiente. Las limitaciones de la presente investigación se podrían decir, la escasa investigación sobre la utilización del biogás en las industrias, por lo que todo el enfoque era mayoritariamente al ámbito de la agricultura. Así mismo, el hecho de que en Ecuador, este tipo de alternativas de energía, no se aprovecha de una manera suficientemente óptima como en otros países en vista de la complejidad de instalación y diseño del sistema de almacenamiento a gran escala.

## 5      **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Álvarez, C., & González, D. (2016). Energías renovables y medio ambiente: su regulación jurídica en Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 179-183.
- Andino, R., & Martínez, K. (2017). Biodigestor: Una alternativa de innovación socio-económica amigable con el medio ambiente. *Revista de la Universidad Autónoma de Nicaragua*.
- Andrade, O. (2009). *ri.ues.edu.sv*. Recuperado el 2017 , de [http://ri.ues.edu.sv/2359/1/La\\_arquitectura\\_sostenible\\_en\\_la\\_formacion\\_del\\_arquitecto..pdf](http://ri.ues.edu.sv/2359/1/La_arquitectura_sostenible_en_la_formacion_del_arquitecto..pdf)
- ARCONEL. (2015). *Proyecto de Biogás Pichacay*. Agencia de Regulación y Control de la Electricidad.
- ARCONEL. (2016). *Proyecto de biogás Relleno Sanitario El Inga I y II*. Regulación y Control de Electricidad.

- Asís, H., & Dopazo, F. G. (2016). Producción de energía a partir de biogás obtenido de residuos sólidos urbanos. *Editorial Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional de Argetina*, 1-6.
- Barragán, A., & Terrador, J. (2016). Renewable Energy Generation Technologies on Urban Scale. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 15-30.
- Bruun, S., & Sommer, S. (2014). Small-scale household biogas digesters: An option for global warming mitigation or a potential climate bomb? *Renewable and Sustainable Energy Review*, 736-741.
- Bueno, M. (2016). Costs analysis of electric generation from renewable sources in the Colombian electricity system. . *Ingeniería y Desarrollo*, 397-419.
- Carpio, F. (2014). Influencia de la generación distribuida en la red de distribución eléctrica-caso práctico central de biogás de Pichacay. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Castelli, S., & Segato, S. (2014). *Energia da biogas*. Maggioli Editore.
- Celaya, G., & Soto, E. (2016). *Propuesta de diseño fisicoquímico de un biogestor anaerobio como alternativa de tratamientos a los residuos sólidos orgánicos para la producción de biogás*.
- Cevallos, J., & Ramos, J. (2017). Spatial assessment of the potential of renewable energy: The case of Ecuador. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1154-1165.
- Chávez, A., & Rodríguez , A. (2016). Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Agrícolas y Forestales en Iberoamérica. *Academia & Virtualidad*, 90-108.
- CONELC. (2013). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022*. ARCONEL.
- Constructalia. (2010). *www.constructalia.com*. Recuperado el 2017, de [http://www.constructalia.com/espanol/galeria\\_de\\_proyectos/estados\\_unidos/hearst\\_tower#.WiYoSbSdXR0](http://www.constructalia.com/espanol/galeria_de_proyectos/estados_unidos/hearst_tower#.WiYoSbSdXR0)
- Delgado, E. (2016). Delgado, E. A. R. (2016). Impacto de la producción de biomasa de Auricularia auricula, utilizando residuos agroindustriales contaminantes en el Ecuador. *Research Gate*, 1-27.
- El Telégrafo. (19 de diciembre de 2015). La planta de biogás de Cuenca producirá 1 MW/h desde enero.
- El Telégrafo. (18 de junio de 2017). Biogás, alternativa energética para cuidar el ambiente.
- El Telégrafo. (18 de junio de 2017). Biogás, alternativa energética para cuidar el ambiente.
- El Telégrafo. (14 de octubre de 2017). Quito inaugurará planta de electricidad a biogás.
- El Tiempo. (19 de diciembre de 2015). Inician pruebas en planta de biogás.
- EVASIÓN. (2016). *www.eleconomista.es*. Obtenido de <http://www.eleconomista.es/evasion/casas/noticias/7760804/08/16/La-torre-Hearst-de-Nueva-York-un-rascacielos-de-Oscar.html>
- FAO. (30 de noviembre de 2012). *El biogás, atractiva fuente de energía renovable para el desarrollo de los pequeños productores agropecuarios en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/229860/>

- Garfí, M., Martí, J., & Ferrer, I. (2016). Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 599-614.
- Giorda, A., & Suárez, G. (2017). *Biogás, potencial en desarrollo*. M'Biguá.
- Guerra, M. (2015). *Diseño y construcción de un biodigestor*. Universidad Don Bosco.
- INER. (2014). *Biomasa*. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. Obtenido de [http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BIOMASA\\_DOSSIER.pdf](http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/BIOMASA_DOSSIER.pdf)
- Karimi, K. G. (2011). Recuperado el 2017, de [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:75588/componente78213.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75588/componente78213.pdf)
- Lalvay, E., & Vidal, J. P. (2013). Estudio técnico-económico de una planta de generación eléctrica a base de biogás. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería.
- Loachamin, D. (2016). *Los incentivos tributarios que promueven el uso de energías renovables en el desarrollo de inversión nuevas en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Mercado, Y. (Febrero de 2012). Edificación sustentable .
- Morán, C. (2017). *Diseño de un sistema de transporte de biogás para uso doméstico en la Hacienda San Francisco*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Naciones Unidas. (2010). *www.un.org*. Recuperado el 2017, de <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- NOAA. (2016). *Global Climate Report - Annual 2016*. Obtenido de Global Temperatures: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613>
- Orellana, R. (2015). *Telecontrol de biodigestor para generación de gas*. ESPOL.
- Quesada, J., Díaz, E., & Ordóñez, S. (2014). La biomasa como alternativa al petróleo para la obtención de productos químicos: acetona y etanol como moléculas plataforma. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 24-37.
- Restrepo, J., Gómez, J., & Escobar, R. (2014). Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura. *Revista del Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 4-20.
- Rey, F. (2010). *Eficiencia energetica en edificios*. (T. España, Ed.) Madrid, España: ITES.
- Rivera, D., Méndez, J., & Herrar, L. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de una planta generadora de energía eléctrica en la UNAH utilizando celdas de combustible a base de gas metano. *Revista Ciencia y Tecnología*, 37-52.
- Rodríguez, C., & Nilsson, G. (2017). Electricity generation in Chile using non-conventional renewable energy sources—A focus on biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 937-945.
- Rodriguez, D. (2012). *riunet.upv.es*. Obtenido de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54737/Memoria\\_14363027241365829657311883357377.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54737/Memoria_14363027241365829657311883357377.pdf?sequence=3)

- Rodríguez, M., & Ticona, D. (2017). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino-matadero municipal de La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 87-90.
- Sáenz, J. A. (2007). *cedecap.org.pe*. Recuperado el 2013, de [http://cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/17bib\\_arch.pdf](http://cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/17bib_arch.pdf)
- Schindler. (2010). *www.schindler.com*. Recuperado el 2017, de [https://www.schindler.com/content/us/internet/en/mobility-solutions/facilities/office/\\_jcr\\_content/rightPar/downloadlist/downloadList/42\\_1339086131481.download.asset.42\\_1339086131481/hearst-tower-case-study.pdf](https://www.schindler.com/content/us/internet/en/mobility-solutions/facilities/office/_jcr_content/rightPar/downloadlist/downloadList/42_1339086131481.download.asset.42_1339086131481/hearst-tower-case-study.pdf)
- Surendra, K., Takara, D., & Hashimoto, A. (2014). Surendra, K. C., Takara, D., Hashimoto, A. G., & Khanal, S. K. (2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 846-859.
- Torres, F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 4-28.
- Velásquez, E. (2013). *Apuntes sobre la biodiversidad del Ecuador*. Quito, Ecuador: Universitaria Abya - Yala.
- Wellinger, A., Murphy, J., & Baxter, D. (2016). *The biogas handbook: science, production and applications*. Elsevier.
- Yang, G., Zhang, P., & Wang, Y. (2015). Degradation properties of protein and carbohydrate during sludge anaerobic digestion. *Bioresource technology*, 126-130.
- Yepes, S., Montoya, L., & Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales -frutas- en Medellín y el sur del Valle del Aburrá, Colombia. *Reista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 4422-4431. Recuperado el 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a18v61n1.pdf>