

# Estimación de las **emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**, a partir de la **implementación de biodigestores** en empresas agropecuarias en República Dominicana, utilizados para la generación de **biogás como combustible**

**Lisandra Rodríguez Vicente**

Una de las principales causas de contaminación orgánica se da por las actividades de origen agropecuario y agroindustrial, ya que producto de estas se crea gran cantidad de residuos generadores por bacterias, enfermedades y proliferación de plagas; así como la emisión de diferentes gases, tanto atmosféricos como de efecto invernadero. Según las directrices IPCC 2006, entre los principales gases y compuestos de efecto invernadero que genera esa actividad están el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), especialmente durante la gestión del estiércol y el ganado. Esos gases generan un efecto de calentamiento integrado en el tiempo, que a su vez libera de forma instantánea 1.00 kg de un gas de efecto invernadero que se compara con el causado por el  $\text{CO}_2$ . Según el Sexto Informe de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés) para un horizonte de tiempo de cien años, el potencial de calentamiento global de cada uno de esos gases es:  $\text{CH}_4=29.8$  y  $\text{N}_2\text{O}=273$ , mayores que el  $\text{CO}_2$ .

El volumen global de emisiones de gases de efecto invernadero ha aumentado en los últimos años, lo que se observa incluso en las regiones que guardan menor representación, como el caso de América Latina y el Caribe (2019). Para el 2019 esa región ocupaba un 4.60% de las emisiones totales

de la región, mientras que el resto del mundo representaba el 95.4%; eso constituye un incremento en las emisiones de la región de un 9.52% con respecto a 1990 (FAO, 2021). A nivel sectorial, las emisiones de GEI provenientes del sector energía y agricultura representan el 55.00 y 32.00% de las emisiones en ALC, respectivamente; mientras que el sector desechos participa solo con un 8.00% (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Cepal, 2023).

Entre las actividades principales de la producción agrícola y pecuaria que generan emisiones de gases de efecto invernadero están: la producción y procesamiento de alimentos durante el proceso de digestión del ganado vacuno y la descomposición del estiércol. El resto se debe al procesamiento y transporte de productos de origen animal. Alrededor de 800 millones de agricultores tienen recursos económicos escasos, por lo que se considera la pecuaria como la mejor vía para aumentar la economía y salir de la pobreza; pero la implementación de esa actividad contribuye altamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), particularmente las provenientes de la fermentación entérica. En 2019 las emisiones GEI provenientes de la fermentación entérica, a nivel mundial, fueron alrededor de 3.00 Gt  $\text{CO}_2\text{e}$ , con



una representación del 50.00% de todas las emisiones en tierras agrícolas (FAO, 2021).

Una alternativa de aprovechamiento de los residuos generados por las actividades de producción agrícola es la producción de biogás; con la cual se reduciría significativamente el aporte de ese sector en las emisiones de GEI, especialmente en las granjas porcinas del país. El biogás es un combustible que se puede utilizar para suplir la demanda energética de los hogares y algunas instalaciones agroindustriales de escala menor. Se produce a partir de la digestión anaerobia bacteriana de los desechos animales, en una cámara subterránea hermética. El gas se puede utilizar para cocinar, iluminar, criar pollos, calentar agua, generar electricidad y cortar paja con los aparatos adecuados. Eso a su vez favorece la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (especialmente metano y carbono negro), producto tanto del uso de combustibles fósiles y biomasa (leña) como de las deyecciones sólidas y líquidas generadas por los animales. También mejora el potencial de secuestro de carbono y aborda los problemas de salud asociados con la contaminación del aire interior, al tiempo que disminuye la dependencia de los combustibles de biomasa. Además, el subproducto de la producción de biogás conocido como biólodo, es un fertilizante utilizable y valioso para los agricultores rurales. Los agricultores rurales que también se dedican a la crianza de cerdo y otro tipo de ganado tienen acceso al estiércol crudo, el cual es necesario para la producción de biogás así como para la demanda de energía y fertilizantes; la tecnología del biogás es una solución factible para las necesidades energéticas rurales (Hamlin, 2012).

Las características del estiércol están relacionadas en gran medida con la especie de ganado, raza, alimentación y época del año. Las cantidades que

se producen dependen del tipo de explotación, ya que difieren cuando se originan en un establo de vacas o en una granja de aves. En la tabla siguiente se indican algunos valores promedio relacionados con la generación de heces frescas, según el tipo de ganado:

**Tabla 1: generación de deyecciones frescas en día, según el tipo de ganado.**

Tipo de ganado	Kg/deyección/día
Vacuno	30.00 – 50.00
Equino	20.00 – 50.00
Porcino	4.00 – 8.00
Ovino	4.00 – 8.00
Aves	0.10 – 0.50

Fuente: Alcántara, 1993.

Cabe señalar que el biogás que se produce en el proceso de biodegradación de materia orgánica es menos pesado que el aire y presenta en su composición diferentes gases, como se detalla en la tabla número 2.

En el último inventario nacional de gases de efecto invernadero de República Dominicana, el sector con mayores emisiones resultó ser el de Energía y alcanzó un 22,266.69 Gg CO<sub>2</sub>e, lo que representa la mayor contribución a las emisiones netas, con un 90.39%. Mientras que Agricultura y Suelos obtuvo un 4,753.10 Gg CO<sub>2</sub>e, para un 19.29% de participación; y Desechos alcanzó 5,573.64 Gg CO<sub>2</sub>e, para un 22.63% de participación. Por último, el sector de Procesos Industriales y Uso de Productos

**Tabla 2: composición del biogás, de acuerdo con el tipo de materia prima.**

Componente	Fórmula química	Porcentaje (%)
Metano	CH <sub>4</sub>	54.00 – 70.00
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	27.00 – 45.00
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0.50 – 3.00
Hidrógeno	H <sub>2</sub>	1.00 – 10.00
Monóxido de carbono	CO	0.10
Oxígeno	O <sub>2</sub>	0.10
Sulfuro de hidrógeno	H <sub>2</sub> S	0.15

Fuente: Lugones, 2001.

(IPPU, por sus siglas en inglés) alcanzó un 2,892.61 Gg CO<sub>2</sub>e, lo que representa la menor contribución con un 11.74% (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2020).

En la Contribución Nacionalmente Determinada de República Dominicana 2020 (NDC-RD 2020), el país aumentó su ambición climática al comprometerse a la reducción de un 27.00% de las emisiones de GEI con respecto al BAU o *Business As Usual* para el 2030; se presentaron cuarenta y seis opciones de mitigación distribuidas de la siguiente manera: veintisiete identificadas y evaluadas para el sector de Energía (enfocadas en generación de electricidad, eficiencia energética y transporte carretero); cuatro identificadas y evaluadas para el sector de uso de Productos y Procesos Industriales

(IPPU); diez opciones identificadas para los sectores de Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo (Afolu) y cinco (05) para el sector Desechos.

En ellas se mencionan iniciativas como la implementación de Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA) Porcina en el sector Afolu, donde se establece la reducción de las emisiones de GEI en granjas porcinas de RD. El propósito es reducir las emisiones de GEI a través de la digestión anaeróbica en las granjas porcinas dominicanas; mientras que para el sector Desechos se destaca el reciclaje de nuevos desechos con valor agregado como subproductos con fines energéticos y compostaje (abonos orgánicos), entre otros (Gobierno de República Dominicana, 2020). Atendiendo a lo dispuesto por la legislación dominicana, los residuos de origen animal serán tratados por biodigestión, a través de biodigestores con los que el biogás producido deberá quemarse en antorcha o utilizarse para fines energéticos, para considerarse como proceso de valorización.

El impacto ocasionado por las emisiones de CH<sub>4</sub> a la atmósfera a nivel mundial no se funda principalmente en la ganadería de República Dominicana ni en términos de habitantes; sin embargo, en algunos municipios del país (Monte Plata, Bonao, La Vega, Jarabacoa, Villa Tapia, Salcedo, Licey, Santiago, Moca, Villa González, Mao) se ha implementado la instalación de biodigestores para captura y quema del metano para aprovechamiento energético, una estrategia para reducir el impactos nocivo al ambiente así como un ahorro económico en el pago del consumo de energía eléctrica. Según informaciones registradas en los sitios web de las empresas Sanut y Terra-limpia, a partir del 2011 es tendencia en el país la implementación de biodigestores en diferentes empresas agroindustriales, desde granjas de pollo



o cerdo hasta empresas destinadas al sacrificio de animales.

Desde el 2019 hasta la fecha se han registrado tanto en el Ministerio de Agricultura como en la Comisión Nacional de Energía unas veintitrés instalaciones, las cuales cuentan con biodigestores que utilizan como materia prima tanto los residuos orgánicos generados por los animales, como las aguas residuales que se tratan en las plantas de tratamiento con el fin de producir biogás y generar energía eléctrica o calor para uso de esas instalaciones. Estas están distribuidas en diecisiete granjas de cerdos, cinco mataderos y una granja de gallinas ponedoras.



Imagen 1: mapa de ubicación de empresas con biodigestores de República Dominicana, registrados en la CNE. Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2023.

La población animal analizada está dividida en crianza de cerdos y gallinas; así como los sacrificios de animales en los que la mayor generación de materia prima de esos procesos se debe al sacrificio de pollos, con un 82.33% (2,100,000.00 aves/año); y la menor cantidad se refiere a la población de cerdos sementales de esas granjas, las cuales representan un 0.26%.

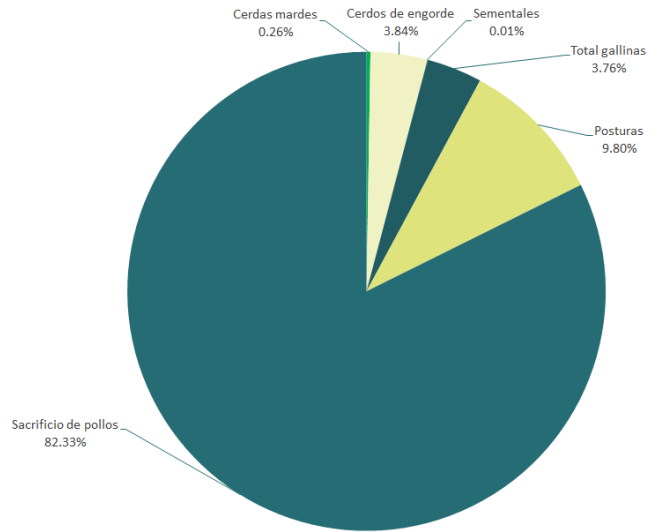


Gráfico 1: distribución de la población animal atendiendo al tipo de actividad en cada una de las granjas. Fuente: elaboración propia con información de la base e datos de la Comisión Nacional de Energía, 2023.

Si se toman como base los datos publicados en las páginas web de las empresas Sanut y Terralimpia, así como la base de datos de la Comisión Nacional de Energía, se aprecia que la rentabilidad en la generación de energía y calor de esas veintitrés agroindustrias es beneficiosa; y si se analizan esos datos con los proporcionados, se estima en promedio una producción de energía eléctrica de 302,420,750.00 kWh/año y una potencia promedio de 34,523.00 kW anual. En promedio, esas granjas tienen una generación de 435,569.00 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/año,<sup>1</sup> lo que equivale a 8,013.00 ton CO<sub>2</sub>e/año.

Si se aplica la metodología planteada en las directrices IPCC 2006 en el sector de Afolu, de manera específica en lo referente a las categorías de manejo

<sup>1</sup> Se toma en cuenta la generación de ese gas por la fermentación entérica y la gestión del estiércol de los animales y las plantas de tratamiento de aguas residuales que poseen esas granjas.



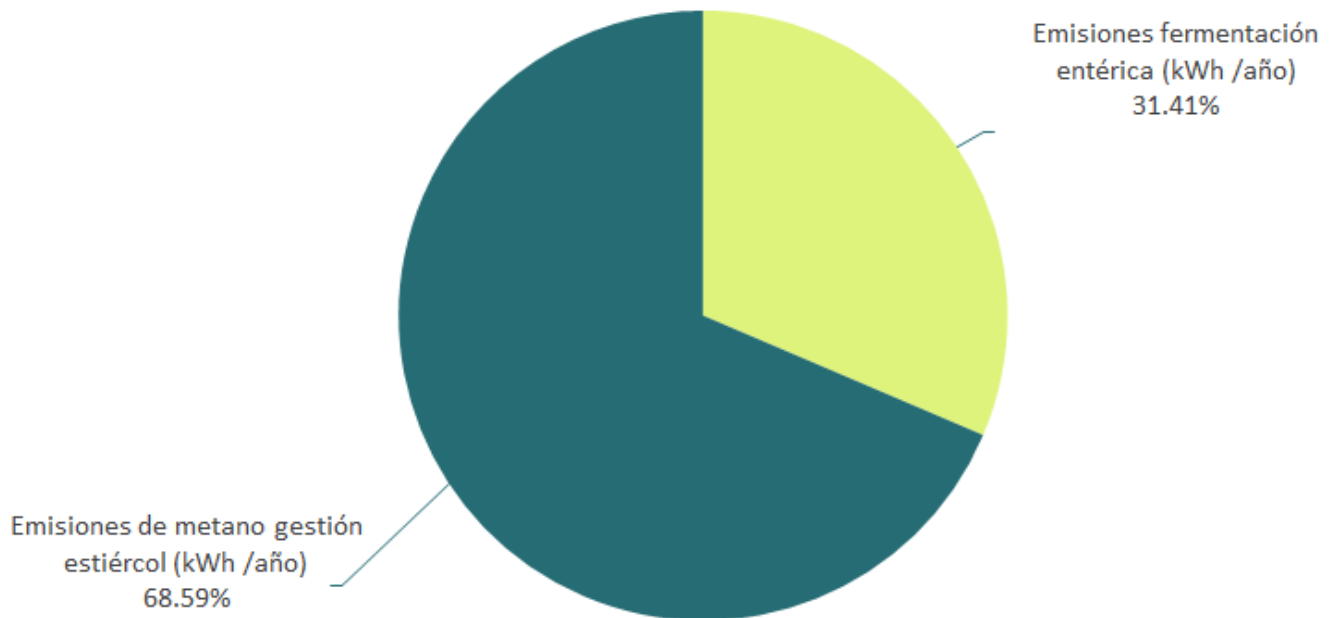


Gráfico 2: emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la fermentación entérica y gestión de estiércol en granjas porcinas.

Fuente: elaboración propia.

y gestión del estiércol, y se sigue el método del nivel 1 relacionado al proceso de cálculo para estimación del GEI generado por la fermentación entérica y la gestión del estiércol de ganado, se determina la generación de metano y se concluye de manera hipotética que si en esas empresas no existieran biodigestores, solo por esas dos actividades antes mencionadas sería de 119.75 ton CH<sub>4</sub>/año.<sup>2</sup> Se aprecia que las mayores emisiones son propias de la gestión del estiércol, donde se registra el 69.00% de las emisiones.

Esos valores de emisiones de metano equivalen a un total de 3,353.00 ton CO<sub>2</sub>e/año,<sup>3</sup> distribuidos

2 Esas estimaciones de GEI para los sistemas de tratamiento no se contemplan en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Ingei) de República Dominicana, por lo que esas informaciones no han sido validadas bajo el sistema de garantía y control de calidad establecido en las Directrices IPCC 2006, y son solo estimaciones realizadas para este artículo basado en investigaciones propias de la autora.

3 Como no se emiten a la atmósfera porque se utilizan para

en cada categoría al igual que en la gráfica anterior, y reflejan las mayores emisiones de CO<sub>2</sub>e. Eso equivaldría a una generación de energía y calor de alrededor 838.00 kWh/año.

En países como México, El Salvador, Chile y Honduras existen proyectos pilotos basados en biodigestores que se implementan para las comunidades rurales con el objetivo de evitar el consumo de biomasa, gas licuado de petróleo (GLP) o cualquier otro tipo de combustible fósil utilizado para la generación de energía y calor; con eso se tiene una diversificación de la matriz energética de cada uno más amplia y se utilizan diferentes fuentes de energía renovable no convencionales, tanto a pequeña como a mediana escala. En República Dominicana se tiene registrada y en espera

la generación de energía y calor de esos establecimientos, estas representan una reducción de la huella de carbono del país.



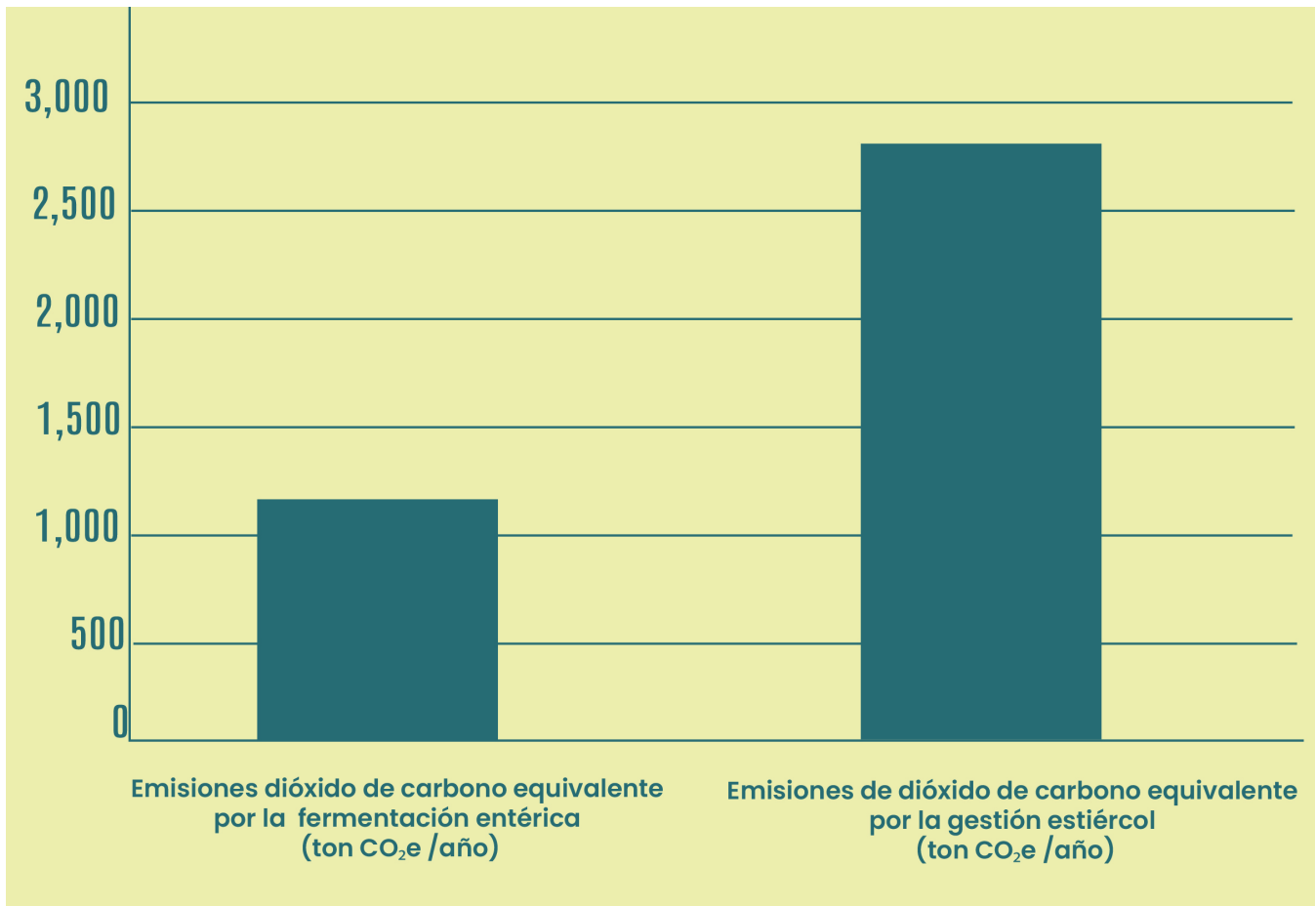


Gráfico 3: emisiones de CO<sub>2</sub>e generadas por la fermentación entérica y gestión de estiércol en granjas porcinas.  
Fuente: elaboración propia.

una NAMA NS-149 - Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que consiste en la implementación de 1,750 biodigestores en granjas porcinas para así contribuir con la disminución de los GEI de 0.36 MtCO<sub>2</sub>e/año<sup>4</sup> en el sector Afolu del país, durante un tiempo de implementación de quince años y un costo de implementación estimado en USD\$216,000,000.00, de

los cuales USD\$80,000,000.00 son para inversión inicial, USD\$120,000,000.00 para O & M durante un período de quince años y USD\$16,000,000.00 para imprevistos. Se necesita un apoyo financiero de USD\$38.800.000 a modo de préstamo (privado) con esta; se pretende reducir el consumo de energía de la red eléctrica nacional y de fuentes de energía no renovables en granjas porcinas, gastos en costos de energía y reducción de la importación de combustibles fósiles por parte del Estado. La eliminación total de la contaminación por estiércol porcino tendría un impacto inmediato, ya que evitaría la contaminación por líquidos y sólidos generados por los cerdos en el agua y la tierra

<sup>4</sup> La metodología utilizada para el cálculo de esas emisiones fue bajo los lineamientos de las directrices IPCC, Vol. 4, cap. 10: emisiones de la gestión del ganado y el estiércol, método de nivel 2. El cálculo de la reducción de emisiones no incluye las reducciones del consumo de electricidad evitado de la red y otros recursos no renovables.



(Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, CMNUCC, 2015).

Se considera una buena práctica la implementación de este proyecto. Por otro lado, y aparte de considerar las granjas porcinas, se debe tomar en cuenta otro tipo de ganado, así como su implementación en comunidades rurales; además, considerar necesaria la ampliación de las líneas de investigación a nivel nacional de ese tan importante recurso energético. Con eso se generarían altos beneficios tanto en la reducción de los costos por el consumo de energía eléctrica a base de combustible fósil, como en la reducción de las emisiones a nivel nacional. Por otro lado, estos generan abono para utilizar en la regeneración de los suelos agrícolas, crear nuevas fuentes de empleo y el desarrollo de capacidades.

Como línea de investigación, se considera importante el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales en las que se garantice que, a la salida del biodigestor, estas presenten los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos; que cumplan con las normativas ambientales vigentes a nivel nacional y que tengan conocimiento de la cantidad generada, el tipo de tratamiento que se aplica y dónde se descargan.

## Referencias

Alcántara, A. (1993). *Residuos agrícolas, forestales, ganaderos e industriales*. Málaga: Instituto de Investigaciones Ecológicas.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2019). *Evaluación e implementación de proyectos piloto de biodigestores en El Salvador*. Ciudad de México: LC/MEX/TS.2019/26. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45026/1/S1901187\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45026/1/S1901187_es.pdf)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48706/4/S2200730\\_mu.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48706/4/S2200730_mu.pdf)

Comisión Nacional de Energía. (2023). SIEN. Recuperado de <https://www.mapas.cne.gob.do/>

Congreso Nacional de la República Dominicana. (2020). *Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos, No. 225-20. Ley No. 225-20*. Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, República Dominicana. Recuperado de <https://dgii.gov.do/legislacion/leyesTributarias/Documents/Leyes%20de%20Instituciones%20y%20Fondos%20de%20Terceros/225-20.pdf>

Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). (2015). *NAMA Pública*. Recuperado de [https://www4.unfccc.int/sites/PublicNAMA/\\_layouts/un/fccc/nama/NamaSeekingSupportForImplementation.aspx?ID=83&viewOnly=1](https://www4.unfccc.int/sites/PublicNAMA/_layouts/un/fccc/nama/NamaSeekingSupportForImplementation.aspx?ID=83&viewOnly=1)

FAO. (2021). *Emissions from agriculture and forest land. Global, regional and country trends 1990–2019*. FAOSTAT Analytical Brief 25. Rome. Recuperado de <https://www.fao.org/3/cb5293en/cb5293en.pdf>

Gobierno de la República Dominicana. (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada 2020 (NDC-RD 2020)*. Santo Domingo. Recuperado de <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Dominican%20Republic%20First%20NDC%20%28Updated%20Submission%29.pdf>

Hamlin, A. (2012). *Assesment of Social and Economic Impacts of Biogas Digesters in Rural Kenya. Independent Study Project (ISP) Collection*, 1247.



Recuperado de [https://digitalcollections.sit.edu/isp\\_collection/1247](https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1247)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. Madrid: BESEL, S.A. (Departamento de Energía). Recuperado de [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_10737\\_biomasa\\_digestores\\_anaerobios\\_a2007\\_0d62926d.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10737_biomasa_digestores_anaerobios_a2007_0d62926d.pdf)

IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IGES, Japón: Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Recuperado de [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf)

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: e [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Recuperado de [https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf)

Lugóns, B. (2001). *Análisis de biodigestores en funcionamiento*. Cubasolar.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional para el Cambio CLimático y Mecanismo de Desarrollo Limpio y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2020). *Primer Informe Bienal de Actualización de la República Dominicana ante la Convención Marco de*

*las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Dominican%20Republic-%20BUR1.pdf>

SANUT. (2014). *Biodigestores - SANUT*. Recuperado de <https://nguity2.wixsite.com/biodigestores/proyectos>

TERRALIMPIA. (2022). *Terralimpia Biogás Solutions*. Recuperado de <https://www.terralimpia.com/biodigestores>

### Lisandra Rodríguez Vicente

Ingeniero Civil e Ingeniero Sanitario y Ambiental (MsC.), de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, en (2012 y 2023), respectivamente. Actualmente cursa una Especialidad en Gestión de Residuos, en la Universidad Europea del Atlántico; y un Diplomado en Acciones de Mitigación de Emisiones de GEI, en el Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático, en México.

Laboró en la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y en el Departamento de Métrica y Transparencia de la Dirección de Cambio Climático, sectores en los que ganó gran experiencia en las emisiones de GEI de los sectores de Energía, IPPU y Desechos. Ha sido facilitadora de la jornada de capacitación de Diplomados en Transparencia Climática y proceso de Inventario de Gases de Efecto Invernadero, en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Desarrolló una propuesta de proyecto ambiental para reducir la huella de carbono en las escuelas católicas salesianas



de las Hijas de María Auxiliadora. Además, realizó el levantamiento de información para un estudio de caracterización de residuos sólidos en 9 barrios del municipio Bajos de Haina, San Cristóbal.

Cuenta con las acreditaciones del Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (Codia) y de la GHG Management Institute (UNFCCC), como experta en Inventarios de Gases de Efecto Invernadero bajo el sector Desechos.

Actualmente forma parte del equipo nacional del proyecto Fortalecimiento de la Capacidad de República Dominicana para generar Información y Conocimiento Climático, en el Marco del Acuerdo de París, donde tiene a su cargo el Componente I, específicamente como especialista en Mitigación del Cambio Climático; también trabaja en los sectores de energía, procesos industriales y uso de productos (IPPU) y residuos.



Los agricultores que se dedican a la crianza de cerdo y otro tipo de ganado tienen acceso al estiércol crudo, necesario para la producción de biogás; la tecnología del biogás es una solución factible para cubrir las necesidades energéticas rurales. Fuente: autora.

