

Potencial de producción energética a partir del biogás de residuos agroindustriales en Paraguay

Juan Pablo Dos Santos M.¹, Stijn Van der Krogt², Hugo Vargas³

^{1,2,3}Universidad Paraguayo Alemana (UPA)

juan.dossantos@upa.edu.py

Resumen: En este estudio¹ se determinó el potencial de los residuos provenientes de la agroindustria para producir biogás con la opción de transformarlo en energía eléctrica, térmica y/o biometano. Los sectores analizados fueron: producción azucarera, bovina (carne y leche), porcina y avícola. Se tomaron en cuenta los rendimientos teóricos específicos para cada sustrato a fin de estimar la generación de energía. De esta forma, los resultados arrojaron que el sector más productivo es el azucarero, seguido del avícola, bovino y porcino. El potencial energético es de 315 millones de m³ de biogás anuales, lo que se traduce en 300 mW de potencia térmica, 120 mW de potencia eléctrica. Resalta también la capacidad de sustitución de leña en 466.163 ton/año, resultando significativo como apoyo para la disminución de la deforestación de bosques nativos.

1. Introducción

La economía del Paraguay se caracteriza por el importante peso en el PIB de su sector primario (10,6%), especialmente agricultura (7,1%) y ganadería (2,5%). En cuanto al sector secundario (34%), Paraguay posee uno de los mayores potenciales de generación de energía hidroeléctrica per cápita del mundo: dispone de dos grandes complejos hidroeléctricos: la Binacional de Itaipú y la Binacional de Yacretá².

En la matriz energética del Paraguay la composición de la producción primaria de energía es como sigue: 60,9% hidroenergía y 39,1% biomasa (leña, carbón vegetal y residuos vegetales). Analizando el consumo final, la biomasa ocupa el 43% de la energía consumida, 18% electricidad y 39% hidrocarburos. En la estructura del consumo final de biomasa la leña ocupa 60% (FEPAMA, 2015).

El problema de esto último radica en que la biomasa consumida proviene de bosques nativos (sin manejo racional), asociado a una creciente demanda tanto para consumo doméstico como para la agroindustria -donde es fuertemente utilizada-, dando como resultado un balance negativo de 7,5 a 10 millones de ton/año de oferta de biomasa sólida (VMME, 2013). Adicionalmente, cabe mencionar que Paraguay es un importador neto de hidrocarburos (Petropar, 2013).

Precisamente es en la agroindustria en donde podría encontrarse un paliativo a esta situación: a partir de sus residuos se puede producir biogás, el cual puede sustituir a la leña, al diésel y además

¹ Este Proyecto es cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONACYT con recursos del FEEI

² (Embajada de España en Asunción, 2018)

generar electricidad. Este estudio se enfocó en los principales sub-sectores agroindustriales del Paraguay, en los que se halla mayor generación de residuos y más fiabilidad de datos.

2. Metodología

Se generó un inventario de los sustratos orgánicos con potencial de fermentación a metano de las siguientes industrias: caña de azúcar, ganado bovino (carne y leche), porcino y aviar. El inventario se hizo a nivel nacional, utilizando datos como IICA (2017) y SENACSA (2018).

Para el cálculo de producción de biogás se consideró la metodología utilizada por SNV (2011). Según las características de cada industria, y los rendimientos típicos, se estimó la masa de producto generado anualmente (A). Para el efecto, se utilizó la literatura proveída por Deublin y Steinhauser (2009). Según rendimiento de cada producto y la generación de residuos, se multiplicó el factor (A) por el factor de generación de residuo (B). El biogás equivalente (Nm^3 biogás/año) resultante de $A \times B$ se multiplicó por $21,6 \text{ MJ/Nm}^3$ para determinar la energía térmica equivalente, utilizando luego las fórmulas 3 y 4 para determinar las potencias térmica y eléctrica.

Las estimaciones de energía térmica y eléctrica, y de potencia térmica y eléctrica se basaron en las siguientes ecuaciones:

$$PB = REB \times CO \times \eta \quad (1)^3$$

$$ET = PB \times PCI \quad (2)^4$$

$$PT = ET / (24 \times 3.600) \quad (3)^5$$

$$PE = PT \times 0,4 \quad (4)^6$$

3. Resultados y discusión

Tabla 1. Sustratos disponibles desde cada sector

Sector	Parámetro de medición	Unidades	Valor
Azucarero	Caña molida (promedio 2012-2016)	ton	6.174.205
Bovino de carne	Bovinos faenados (2017)	cabezas	2.066.100
Avícola	Aves faenadas (2017)	unidades	66.624.077

³ PB = Potencial de biogás (Nm^3 biogás al 60% CH_4 /día o jornada producción),
REB = Rendimiento específico de biogás del efluente = $0,53 \text{ Nm}^3$ biogás al 60% CH_4 /kg DQO removido,
CO = carga orgánica del sustrato (kg DQO/día o jornada de producción),
 η = eficiencia de conversión (asumida o documentada) para el sustrato

⁴ ET = energía térmica (MJ/día); PCI = poder calorífico inferior del biogás a 60% $\text{CH}_4 = 21,6 \text{ MJ/Nm}^3$

⁵ PT = potencia térmica (MWt)⁶ y donde 24 representa las horas del día y 3.600 los segundos por hora

⁶ PE = potencia eléctrica (MWe)⁷ y donde el factor 0,4 representa la eficiencia de conversión térmica a eléctrica asumida

Porcino	Cerdos Faenados (2017)	cabezas	495.513
Lechero	Producción nacional de leche (2017)	m ³	459.807

Fuente: elaboración propia con datos de (SENACSA, 2018) e (IICA, 2017).

Tabla 2. Potencial de producción energética a partir de los sustratos seleccionados.

Sector	Biogás m ³ /año	Potencia	Energía	Potencia	Energía
		térmica (MWt)	térmica MWht/año	eléctrica (MWe)	eléctrica MWhe/año
Azucarero	124.147.113	170	1.489.765	68	544.207
Bovino de carne	18.818.755	13	112.913	5	41.247
Avícola	101.778.036	70	610.668	28	223.075
Porcino	21.137.371	14	126.824	6	46.328
Bov. leche	49.027.606	32	283.737	13	103.648
TOTALES	314.908.881	300	2.623.908	120	958.505

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se detallan los valores base utilizados, a partir de los cuales se determinaron los resultados de la Tabla 2. Cálculos adicionales a partir de esta última arrojan que se podría sustituir 207,8 millones de litros de diésel, lo que corresponde al 12% del consumo total del Paraguay, al 91% del Departamento del Alto Paraná y a casi el doble de la demanda del Departamento de Itapúa (197%). El ahorro total para el país alcanza M USD \$171, teniendo en cuenta los precios actuales del diésel. Además, se podría satisfacer 336.672 viviendas de clase media con energía eléctrica durante un año (63,2% de la población de Asunción, capital del Paraguay).

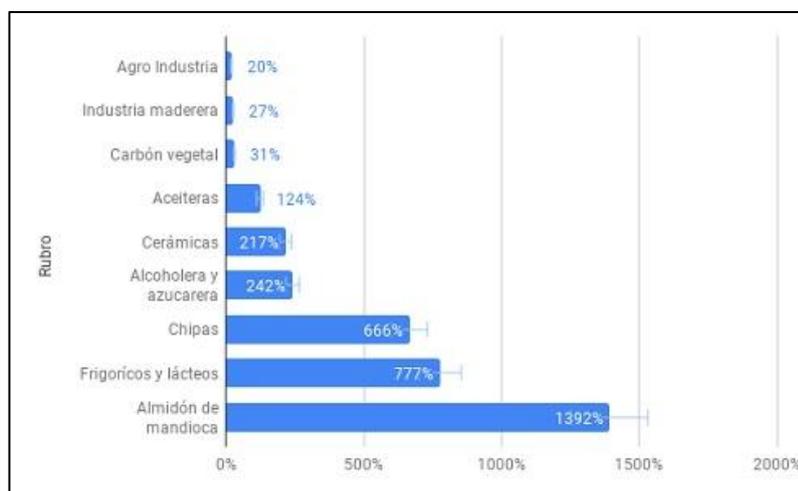


Figura. 1. Capacidad de sustitución de leña por biogás en Paraguay, por rubro.

Fuente: elaboración propia con datos de (VMME, 2013)

Paralelamente, la energía térmica generada podría reemplazar 466.163 toneladas de leña al año, correspondiendo esto al 4% del consumo total anual de biomasa sólida en la Región Oriental del Paraguay y al 6,2% del mínimo para cubrir el déficit anual. La Figura 1 ofrece un panorama esclarecedor sobre la capacidad de sustitución en rubros puntuales, destacándose por ejemplo que en *Frigoríficos* y *Lácteos* se obtiene 7,7 veces más de la energía demandada y 2,2 veces más para la industria *Cerámica*.

4. Conclusiones

La sustitución del diésel con biogás puede influir sensiblemente en la rentabilidad de proyectos agropecuarios, reduciendo costos por medio de la utilización de tractores movidos a biogás. Lo mencionado anteriormente podría generar en Paraguay una revolución, al permitir al productor una posición más favorable frente a las fluctuaciones de los precios y amenazas climatológicas, fortaleciendo al sector al mejorar la competitividad de varios cultivos, entre ellos el maíz y el trigo.

La sustitución de la leña con biogás se convierte casi en una necesidad y una solución a corto plazo frente a la reforestación que necesita el país a fin de cubrir su demanda de energía térmica.

5. Referencias bibliográficas

Embajada de España en Asunción, Oficina económica y comercial. INFORME ECONÓMICO Y COMERCIAL. Asunción: Secretaría de Estado de Comercio, Gobierno de España, 2018.

FEPAMA. La Leña, Con El 55% Sigue Siendo La Principal Fuente De Biomasa En Paraguay. Asunción, Paraguay: <https://www.fepama.org>, 2015.

IICA, Observatorio. Informe sobre caña de azúcar. San Lorenzo: www.iica.org.py. Retrieved 30 August 2018, from <http://www.iica.org.py/observatorio/cana.html>, 2017.

Petropar. ¿Cómo funciona PETROPAR? Asunción: www.petropar.gov.py, 2013.

SENACSA. Estadística Pecuaria. San Lorenzo, Paraguay: www.senacsa.gov.py, 2018.

SNV, PNUD. Estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo en Honduras. Tegucigalpa, Honduras: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Honduras, PNUD, 2011.

VMME, GIZ, MOPC. Producción y consumo de biomasa sólida en Paraguay. Asunción, Paraguay: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), Viceministerio de Minas y Energías (VMME), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2013.