



Estudio del potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo en  
Paraguay.

Facultad de Ingeniería Empresarial  
De la Universidad Paraguayo Alemana UPA

TESIS

Para obtener el grado de  
Ingeniero Empresarial

Presentado por Hugo Vargas.

Supervisado por el Ing. Agr. MBA Juan Pablo Dos Santos.

Asunción, 4 de diciembre de 2017.

## **Declaración de Autoría**

Quien suscribe Hugo Vargas con C.I N° 4.114.366, hace constar que es el autor de la tesis titulada: Estudio del potencial de desarrollo de iniciativas de biogás nivel productivo en Paraguay, la cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del asesor de dicho trabajo, Ing. Agr. MBA Juan Pablo Dos Santos.

En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

Asunción, 4 de diciembre de 2017.



(firma del autor)

---

## Resumen

La investigación se basó en el estudio realizado en Honduras, el cuál nos permitió analizar el potencial de los sectores de caña de azúcar, ganado bovino, porcino, avícola y lácteos para la producción de biogás en el país, debido a que el Paraguay precisa de una matriz energética más diversificada para disminuir la dependencia que se tiene hacia las fuentes de energías no renovables.

La metodología que se aplicó es de carácter descriptivo e investigativo, se escribió previamente una breve introducción del biogás como fuente de energía renovable, posteriormente se realizó los cálculos correspondientes de cada sector para estimar la producción mediante los efluentes con el fin de determinar el potencial del biogás que pueden ser generados a partir de estas.

El Paraguay cuenta con un gran potencial para la producción de energías renovables, debido a que en gran medida la economía del país se basa en la agricultura y ganadería, solo es necesario una mayor apoyo del Gobierno, incentivando la implementación de nuevos tipos de energías limpias, beneficiando no sólo al país sino también al medio ambiente.

---

### Abstract

The investigation was based on the study from Honduras, which allowed us to study the potential of the sectors of the sugar cane, cattle, pigs, poultry and dairy for the production of biogas in the country, it is important to Paraguay to have a diversified energy matrix to reduce the non-renewable energy sources dependence.

The methodology applied is descriptive and investigative, a brief introduction of biogas production was previously written as a source of renewable energy, and then the corresponding calculations of each industrial sector were made to estimate the potential with the effluents to produce the biogas.

Paraguay has a great potential with the renewable energy sources, due to the fact that the economy of the country is largely based on agriculture and cattle rising, it is necessary a greater support by the Government, encouraging the implementation of new types of clean energies, with benefit not only for the country but also for the environment.

---

## **Contenido**

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	<b>7</b>
<b>1.</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>42</b>
<b>4.</b>	<b>45</b>
<b>5.</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>

---

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1  
(Título).....  
..... ( Página)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	
(título).....	
.....	(página)

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
SENACSA	Servicio Nacional de Calidad y Seguridad Animal
BCP	Banco Central del Paraguay
PIB	Producto Interno Bruto
DGEEC	Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos
UE	Unión Europea
FMI	Fondo Monetario Internacional
PYME	Programa de Movilización Energética

---



AEB	Asociación Europea del Biogás
GEI	Gases de Efecto Invernadero
CIB	Consorzio Italiano de Biogás
CADER	Cámara Argentina de Energías Renovables
CIPAV	Centro para la Investigación en Sistemas Sustentables de Producción Agrícola
PVC	Polyvinyl chloride
PJ	Petajoule
MJ/m <sup>3</sup>	Megajoules por metro cúbico
kWh	Kilowatt hora

## 1. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del Problema

Paraguay ubicada en América del Sur, es uno de los países más pequeños de la región, con una población estimada de 7 millones de habitantes y una superficie de 14 millones de hectáreas. El país posee una economía estable, con un PIB (nominal) de US\$ 28.743 millones siendo una economía relativamente pequeña pero con un gran potencial debido a sus bajas cargas tributarias que presentan en algunos sectores del comercio<sup>1</sup>.

La economía del país se basa principalmente por sectores, el sector primario tiene un mayor peso en el PIB con un (25,4%), siendo la agricultura el sector que más aporta con un (18,7%) y la ganadería con un (5,4%) según el FMI. El sector

---

<sup>1</sup>

agrícola en el Paraguay es considerado como una de las nuevas potencias para América del Sur, realizando grandes plantaciones de soja, maíz, arroz, ente otros., los cuales en un mayor porcentaje son exportados a los países vecinos como Brasil, Argentina o Chile como también a países de la Unión Europea y Asia.

El Paraguay posee unas de las producciones de carne bovina más importantes de la Región situándose solo por debajo de Brasil y Argentina. El sector ganadero tiene una gran participación en la zona norte del país, el Chaco cuenta con más del 65% de la cría y engorde del ganado bovino en el Paraguay, esto debido a que dicha zona cuenta con grandes extensiones de tierra. También los departamentos de San Pedro y Concepción tienen una alta participación con un 20% en el sector ganadero abarcando en mayor medida la cría y engorde de ganado vacuno, pero también con una participación considerable en el sector porcino y equino.

Luego el sector secundario, abarcan el sector energético, la industria, la construcción. El sector energético en el Paraguay en casi la totalidad es cubierto mediante las Hidroeléctricas Itaipú el cuál el país comparte con Brasil y la Hidroeléctrica Yacyretá con Argentina. Ambas hidroeléctricas hacen que el Paraguay sea uno de los mayores exportadores de energía eléctrica de la región con un 75% de energía exportada que en su mayoría va a los países vecinos, según el Viceministerio de Minas y Energías del Paraguay.

El Gobierno ha estado realizando diversos estudios para la diversificación de la matriz energética del país, debido a que según estimaciones proveidas por la Ande, en el 2025 si no se toman las medidas correspondientes habra un deficit en el sector energético del país, por eso es de vital importancia la búsqueda de nuevas fuentes de energía.

El sector industrial del país, aporta aproximadamente 25% al Producto Interno Bruto (PIB) con una participación laboral del 18% según la Encuesta Continuada de Empleo de la DGEEC. La industrialización en el sector agrícola aún se

---

encuentra poco desarrollada en comparación a los países vecinos, pero se pretende para los siguientes años una mayor participación del gobierno con incentivos que promuevan la industrialización de las materias primas disminuyendo la exportación en su estado natural y otorgándole más valor en el mercado, con dicho aumento de la producción de las materias primas se demuestra el alto potencial que puede tener el sector agroindustrial para los siguientes años para la posible producción de fuentes de energías renovables como el Bioetanol o el Biogás.

En los últimos años la utilización de las fuentes de energías renovables ha venido creciendo de manera considerable, utilizando como base el tratado de Kioto establecido en el 2005. Muchos países de Sudamérica están optando por las energías más limpias, algunos de ellos son Brasil quien desde el 2010 ha tenido un crecimiento del 24% sólo en la energía eólica, como también Argentina que para finales de 2017 pretende con su nueva ley, que el 8% de la producción total de energía sea proveniente de energía eólica, fotovoltaica de las pequeñas hidroeléctricas. Debido a estos puntos mencionados anteriormente nace la pregunta de investigación, ¿Qué sectores de la industria Paraguaya tendrán un mayor potencial para la producción del Biogás?

## 1.2. Objetivos de la Investigación

Objetivo General: Determinar el potencial de distintos sub-sectores agroindustriales del Paraguay, para la producción de biogás

Objetivos Específicos:

a) Analizar y describir cada sub-sector partiendo de la base del desempeño de los últimos 5 años.

b) Determinar el potencial para los sub-sectores:

---

- Procesamiento de la caña de azúcar.
- Sacrificio de ganado bovino.
- Sacrificio de ganado porcino.
- Sacrificio de aves.
- Producción de leche y lácteos.

### 1.3. Justificación de la Investigación

La investigación se basa en un estudio realizado a los diferentes sectores de las industrias tales como la ganadería y agricultura, enfocándose en la búsqueda de alternativas para las industrias con sus efluentes, debido a que según estimaciones el Paraguay está llegando al límite de su capacidad para la distribución de energía.

Mediante este trabajo lo que se pretende es llegar a un resultado el cual nos muestre la posibilidad de generación de energía, que sea no solo beneficioso para las industrias sino también para el medio ambiente.

### 1.4. Alcance de la Investigación

Espacio: Asunción, Paraguay.

Universo: Industria pecuaria (frigoríficos de bovinos, porcinos.) e industria agrícola.

Tiempo: 2012 – 2017

---

## 1.5. Estructura de la tesis

Tipo de Estudio: Descriptivo e Investigativo, debido a que el análisis se realizara de los diferentes sectores de la industria brindando un resumen de los últimos años y observando el potencial que tiene cada uno de los sectores y cuál sería el más adecuado según el estudio.

Tipo de Fuentes:

- Fuentes Primarias (Entrevistas)
- Fuentes Secundarias (páginas gubernamentales, estudios de casos.)

## 2. MARCO TEÓRICO

Breve introducción a la Biomasa

---

Es una de las fuentes de energía con mayor antigüedad que ha aportado al desarrollo tecnológico en muchos países siendo una de las opciones que más ha llamado la atención debido a su gran crecimiento que ha tenido en los últimos años en países de la Unión Europea y Asia, ya que anteriormente era costoso realizar este tipo de fuentes en países subdesarrollados como en América, donde hay un gran potencial aún por explorar. La biomasa puede utilizarse como combustible en instalaciones donde se generen calor o electricidad, también pueden emplearse como alternativa del petróleo para los motores ya sea tanto como vehículos y maquinarias.

La biomasa como fuente de energía se refiere al conjunto de la materia orgánica, que puede ser tanto de origen animal como vegetal, que genera mediante dichas materias energía renovable ya sea por un proceso de forma natural o como también artificial, en su gran mayoría los residuos son procedentes de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, como también los subproductos de las agroindustrias de alimentos e industrias forestales. Ambos procesos son beneficiosos para el medio ambiente reduciendo el efecto invernadero y demostrando ser unas de las fuentes más favorables para el futuro, pero es de vital importancia la utilización de forma sostenible para que todos puedan ser favorecidos mediante el proceso.

La bioenergía tiene un gran potencial para la subsistencia de muchos países, especialmente en las regiones de América Latina y África. Es necesaria la participación activa del gobierno para que las políticas y las certificaciones obligatorias sean una garantía para una producción con los más altos estándares. La producción anual de biomasa en la tierra oscila entre 120 y 164 mil millones de toneladas, cabe resaltar que la producción anual, sólo en biomasa forestal, contienen 25 veces la energía de la producción anual de petróleo. Según estudios

---

del GIZ, desde el punto de vista económico, es viable utilizar, una vez deducidos los costos, biomasa alrededor de 800.000 PJ al año.

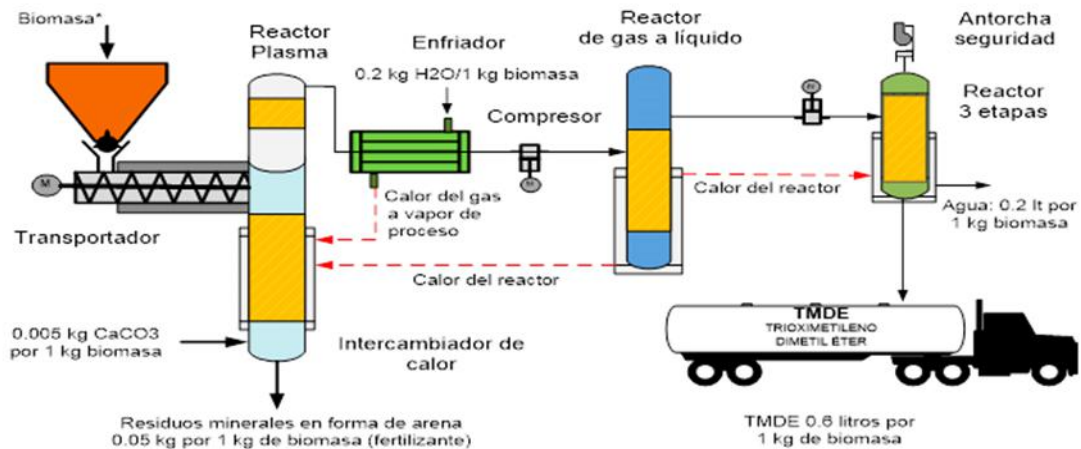
La biomasa como fuente de energía renovable, se produce en mayor medida mediante el proceso natural con la ayuda del Sol a través de la fotosíntesis. Las células vegetales pueden formar sustancias orgánicas con el CO<sub>2</sub> que posee el aire, luego con los carbohidratos, se puede extraer energía ya sea quedándolos directamente, convirtiéndolos en un líquido combustible como el alcohol o el aceite, o también gas.

#### Formas que pueden ser aprovechadas la Biomasa

- La Combustión, generando calor y electricidad. La Biomasa puede ser utilizada para diversos sectores, uno de ellos es para abastecer directamente las necesidades de las Industrias como también de las viviendas, otra alternativa es obtener energía a partir de la Biomasa.
  - Digestión Anaeróbica, el biogás. La digestión anaeróbica es el proceso natural por el cual se descompone la materia orgánica ya sea proveniente de las bostas de los animales, como también de los desechos de los cultivos, en ausencia de aire a través de bacterias. Mediante este proceso natural se produce el biogás como un subproducto, dicha materia es una mezcla de gases, uno de ellos es el metano que se mezcla con otros incombustibles como el CO<sub>2</sub>. El biogás puede ser producido de manera local para el consumo.
  - Biocombustibles líquidos. Suele emplearse en los motores de vehículos, también forman parte el conocido biodiesel y el bioetanol. El prefijo bio, es utilizado delante debido al origen biológico de la materia. Los residuos más
-

utilizados para la producción del biocombustible son los aceites, ya sea de girasol, colza o soja como también los aceites de fritura. Luego de la obtención de la materia, se introduce en el transportador, es allí donde pasa por un proceso de transformación química para la obtención del diesel, que posteriormente será utilizado para los vehículos. Para la producción del bioetanol, es necesario las plantas con una gran cantidad de azúcar, como la remolacha azucarera, la caña de azúcar o el almidón, los cuales se emplean como sustituto de la gasolina.

### DE BIOMASA A BIOCOMBUSTIBLE LÍQUIDO (TMDE)



\* La biomasa puede ser desecho agrícola o animal, residuo sólido urbano, aceite usado, disolventes, neumático de coche, cultivo energético, micro-alga, serrín de madera y residuos petroleros.

### Biogás

Según los estudios existentes en la actualidad, se pudo constatar que los primeros estudios de biogás fueron realizados a mediados de 1600, dónde se documentó la

---



existencia de algunas sustancias inflamables que eran desconocidas para la época en regiones pantanosas. Con el correr de los años y con los avances en cuanto a información y materiales para realizar los análisis de manera más detallada, se descubrió que el olor estaba relacionado a la descomposición de materia orgánica.

El Físico italiano Alessandro Volta en el año 1776, quién era un apasionado por la electricidad y la química realizó una investigación de dos años en el cuál logró identificar la composición química del gas inflamable también conocido en la actualidad como metano (CH<sub>4</sub>).

Luego en 1800, Louis Pasteur biólogo francés sorprendió a muchos científicos con su nueva teoría que trataba sobre la posibilidad de utilizar el gas como combustible para sistemas de calefacción en hogares, como también para la iluminación urbana. El mismo se encargó de demostrar en los años posteriores que su teoría era posible.

En 1857 es construida la primera planta para la producción y utilización del biogás a gran escala en un hospital de Bombay en la India. También en la misma época en la ciudad de Exter, en Inglaterra, el biogás es utilizado para la iluminación pública. Con estas pruebas dichos países querían mostrar la posibilidad del uso de materia orgánica como fuente renovable que podría ser una opción al petróleo y al carbón los cuales estaban monopolizando la mayoría de los sectores, pero no se pudo seguir con dichos avances y quedó como una opción no tan fiable cerrando su primer ciclo del biogás como fuente energética.

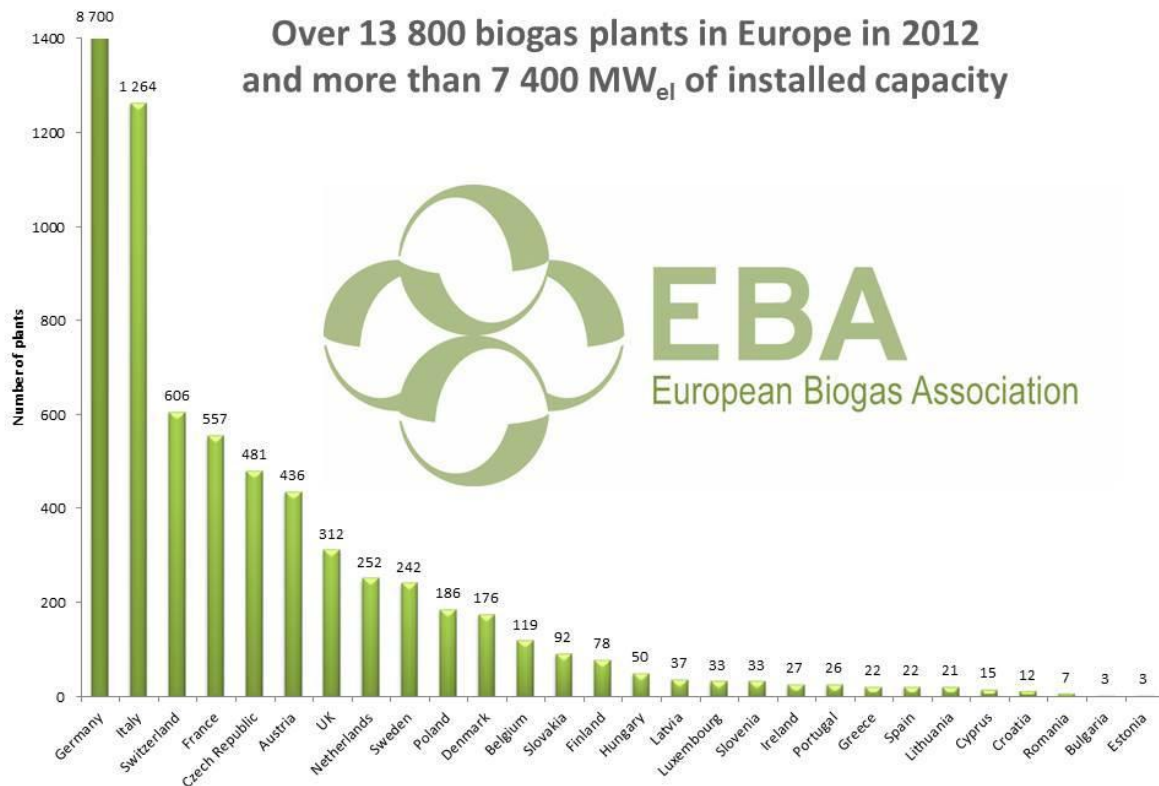
Durante la II Guerra Mundial fue el segundo ciclo del biogás, debido a la escasez de la materia como el petróleo, dejando solo al carbón el cuál no resultaba apto para los diferentes usos que se le daba al petróleo, es por esto que se revivió el interés para la utilización del Biogás como fuente de energía tanto como para la cocción, la calefacción de viviendas y la alimentación de motores de combustión

---

interna. Pero una vez concluido la Guerra, el uso del biogás fue apagándose nuevamente quedando solamente en países como China e India, donde hasta hoy en día sigue siendo una fuente muy importante para los pequeños productores rurales.

Se estima que en la actualidad hay cerca de 8 millones de biodigestores funcionando en China los cuales son utilizados en su mayoría para la cocción, iluminación y calefacción para domicilios, también existen alrededor de 300 mil unidades en la India con los mismos fines.

### Biogás en Europa



Alemania es uno de los países de la Unión Europea que más utiliza fuentes de energía renovables como el Biogás, actualmente el país produce cerca de 3.400 mW con 8.700 plantas de Biogás, se estima que para finales del 2017 Alemania proveerá a más de cinco millones de hogares, esto es debido a la reforma energética que tuvo en el año 2014, donde especificaba que se debe aumentar las fuentes de energías renovables y que el Gobierno otorgara incentivos para la construcción de nuevas plantas reduciendo así considerablemente la dependencia de las otras fuentes de energías no renovables como por ejemplo la energía nuclear.

Según el Gobierno Alemán lo que pretenden es el abandono por completo de la energía nuclear pero esto solo será posible de manera progresiva debido que eliminar todo de una vez sería algo difícil de llevar a cabo. Sólo en el año 2016 fueron construidas más de 250 plantas, superando de manera considerable las 150 que se pretendían, se estima que Alemania evita alrededor de 20 millones de toneladas en emisión de CO<sub>2</sub> según la Asociación Europea del Biogás.

Italia es otro de los países de la unión europea que ha venido creciendo de manera considerable en los últimos años en cuanto a la producción de Biogás, se estima que Italia posee alrededor de 450 empresas agrícolas con una producción estimada de biogás de 2.000 millones de metros cúbicos de gas metano, situándose solo por debajo de China y Alemania quienes son los mayores productores de Biogás en el mundo. En los últimos 5 años el país ha estado recibiendo inversiones por un valor estimado de 4.500 millones de dólares para la instalación de nuevas plantas según el CIB, esto es debido en parte al alto costo que representa la electricidad y el combustible en el país hace que los italianos busquen una alternativa en especial en el sector del transporte con el bioetanol que les resulta mucho más barato y perjudica menos al medio ambiente.

---

### Biogás en Sudamérica.

Uno de los primeros países en implementar el Biogás como fuente de energía en la región fue Brasil, dicho país comenzó su interés por esta nueva fuente renovable de energía emergente debido a su gran crisis del petróleo en 1970, la cual afectó de manera considerable al país debido a que Brasil en esa época era uno de los mayores consumidores de Petróleo con un gran porcentaje de dependencia de sus industrias y otros sectores. En noviembre de 1979, en la Granja del Torto en Brasilia, se construyó uno de los primeros biodigestores del país. El Gobierno Brasileiro fue quien apoyó en gran medida con la participación del sector privado en la implementación del biodigestor, demostrando la posibilidad de instalar una productora de biogás con la utilización de materiales simples y de bajo costo.

El gobierno creó incentivos para la participación en la implementación del biogás como fuente de energía opcional con el Programa de Movilización Energética, los cuales en su mayoría iban para las propiedades rurales. En la época fueron instalados cerca de 7 mil biodigestores en las regiones del Sur, Sudeste y Centro-Oeste. Sin embargo, varios problemas fueron surgiendo durante dicho proceso uno de los más resaltantes fue la falta de información y capacitación para los usos de los biodigestores de una manera eficiente, debido a esto ha generado un sistema muy ineficiente, ocasionando el abandono de muchos productores rurales.

El Biogás volvió a tomar fuerza en los años 2000 en el Brasil, con la llegada al mercado los créditos de carbono que ayudó para la construcción de biodigestores en el país, en especial en propiedades rurales con cría de cerdos de mediano y gran porte, recolectando las bostas y posteriormente realizar la combustión correspondiente del biogás. Los créditos del carbono en gran medida fueron otorgadas debido a los gases generados por los desechos expuestos,

---

generalmente en las lagunas o estereras abiertas, no son recolectados y estos gases afectan de una manera considerable a la atmosfera, aumentando el efecto invernadero como también el aumento de la temperatura en la tierra. Dichos créditos eran otorgados para la aplicación de tecnologías que puedan minimizar los GEI.

Otro de los países que también estuvo implementando el Biogás fue Argentina pero su primera planta fue construida en el año 2008, una empresa privada denominada Citrusvil S.A. fue la encargada de la construcción y utilización de la planta, pero ellos han decidido realizar dicho avance debido a los efluentes que su empresa generaba a través del cultivo y procesamiento del limón. Muchos industriales y ganaderos en Argentina no contaban con un gran interés en producir biogás anteriormente debido a la falta de información y capacitación como también una casi nula participación del Gobierno en incentivar la generación de nuevas fuentes de energías. En la actualidad Argentina cuenta entre 60 y 80 plantas biodigestores en funcionamiento, sumando 20 mini biodigestores como también mini-lagunas cubiertas para el consumo domiciliario, según Julio Menéndez, Gerente y Coordinador del CADER.

Cabe resaltar que países como Alemania, que es el pionero en el sector de energías renovables como el Biogás han dicho que Argentina es un país con gran potencial para la producción de energías renovables debido a sus grandes industrias y también a su sector ganadero el cual ha crecido de manera considerable en los últimos años, pero uno de los problemas más resaltantes que presentan es la falta de un marco legislativo mejor organizado y también financiero que genere un incentivo para el uso de la tecnología.

Principales beneficios del uso del biogás como fuente de energía.

---

El Biogás producido de manera sostenible, es una fuente que presenta grandes beneficios para muchos países, en la actualidad se cuenta con la información necesaria para una correcta utilización durante los procesos de transformación en gas, uno de los objetivos de la UE es alcanzar el 20% de energías renovables en el 2020. Algunos de los beneficios que posee el biogás son:

- Reducción de la emisión de metano a la atmósfera, generando una reducción considerable de los gases de efecto invernadero beneficiando al medio ambiente y a la población en general.
- Menor dependencia de las fuentes de energías no renovables, para evitar inconvenientes como la crisis del Brasil con el petróleo es de vital importancia que cada país cuente con matriz energética diversificada.
- Disminución de los malos olores producidos por las materias en estado de descomposición, muchas industrias como las del Azúcar si no se procesan los desechos emiten un olor que puede afectar la salud de los pobladores como la imagen de la ciudad.
- Valor añadido de los residuos, la utilización de los residuos para un propósito más favorable no solo para el medio ambiente sino también para las empresas es una de las tendencias que vienen en aumento en los últimos años evitando también así contaminaciones ríos que terminan perjudicando la imagen de las empresas.

Principales inconvenientes que presenta uso del Biogás.

---

- Falta de capacitación, uno de los principales inconvenientes que se presentan a la hora de construir como también de utilizar ya sea una planta pequeña o grande en muchos países de América es la falta de la debida capacitación para el uso eficiente de las plantas, debido a que esto fue uno de los principales motivos que hizo que el biogás se deje a un costado en muchos países en años anteriores, por que un uso ineficiente de las plantas generaban muchos problemas que terminaban afectando a las empresas, siendo una inversión no tan rentable.
  - Poca participación de Gobiernos, debido a que no existen normas en muchos países para crear un incentivo que pueda beneficiar no solo a las empresas sino también al medio ambiente y a la población a largo plazo, los empresarios industriales no tienen tanto interés en optar por una fuente de energía renovable, ya que hemos observado como Alemania está creciendo de manera considerable en el sector del Biogás, pero en gran medida fue gracias a la reforma energética que tuvieron en el 2014 dando grandes incentivos para las empresas que utilicen dicha fuente renovable.
  - Sistema de almacenamiento y riesgo de explosión, uno de puntos que también deben tenerse en cuenta es que cuando existe una sobreproducción de biogás muchos no tienen un lugar donde pueda ser guardado esto es contraproducente debido a que muchas instalaciones aún son pequeñas y no le pueden dar la utilización correspondiente desaprovechando la posible energía que podría ser producida, también es importante mencionar que si no se realiza el proceso de manera correcta con los estándares de seguridad el gas que se genera es inflamable, lo cual podría explotar si ocurre una fuga y entra en contacto con el fuego
-

perjudicando en gran medida a las personas que la utilizan como también al biodigestor.

### Fundamentos Bioquímicos del Biogás

Cuando las bostas del ganado están esparcidas por todo el campo, solo lleva de dos a tres semanas para que desaparezca. Esto es debido a la transformación en gas u otros compuestos para que el suelo o las plantas puedan aprovechar fácilmente. Dicha transformación es mediante microorganismos que se encuentran en las bostas como también en el suelo.

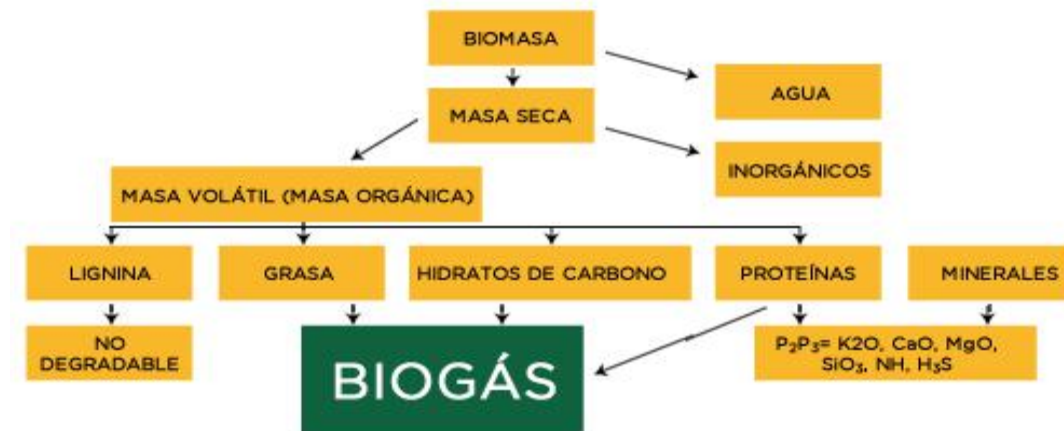
#### Tipos de Procesos:

**Aeróbicos:** Este proceso es generado cuando las transformaciones y descomposiciones de las bostas de los ganados ocurren al aire libre, de forma natural.

**Anaeróbico:** Es un método complejo y degradativo en el cuál los materiales orgánicos como residuos de animales y vegetales, son convertidos en biogás mediante un biodigestor. El proceso es realizado con una maquina completamente cerrada, el cuál carece de oxígeno, gracias a este proceso es posible convertir gran cantidad de residuos (vegetales, bostas, efluentes de la industria) en subproductos útiles.

---





El biogás está compuesto en un 50 a 70% de metano y un 30 a 50% de dióxido de carbono, también posee pero en una menor medida hidrogeno sulfurado y otros gases. La energía que puede generar es de 21,5 MJ/ m<sup>3</sup> de biogás (con un 60% de Metano.), esto quiere decir una producción estimada de 6,35 kWh de corriente eléctrica por metro cúbico. Con un plantel de 60 novillos, se estima una producción de biogás de 350 m<sup>3</sup> al día.

El gas puede producir energía eléctrica mediante plantas generadoras a gas o turbinas, en hornos, estufas, secadores, calderas y otros sistemas de combustión a gas.

### Biodigestores

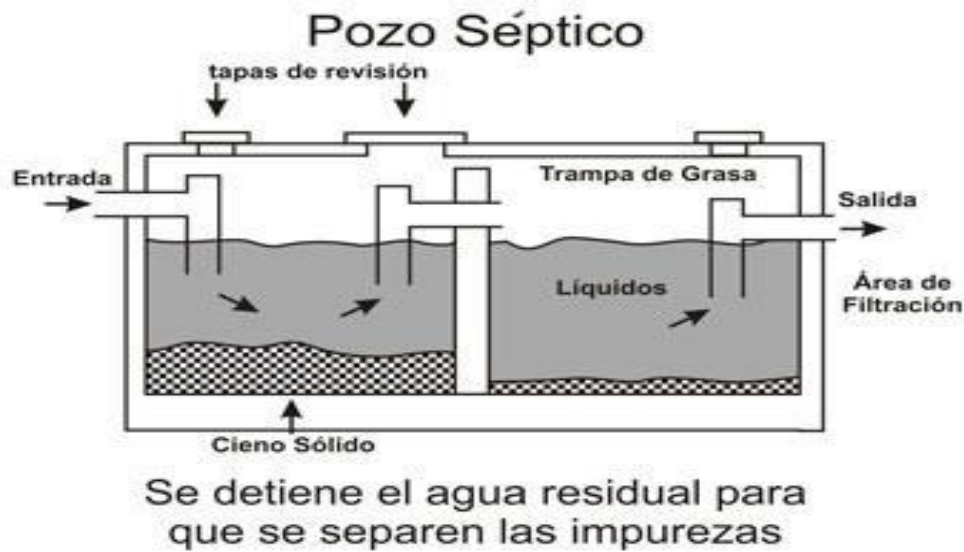
Dado que el medio ambiente ha venido deteriorándose de manera considerable, la implementación de nuevas políticas energéticas en diversos países de la región como también en Europa fueron tomando un mayor peso, urge buscar las alternativas de usar de una manera más eficiente las bostas de los animales,

---

principalmente el proveniente del ganado bovino, el cuál abarca el mayor porcentaje de producción en el Paraguay.

Existen muchos tipos de plantas de biogás pero los más utilizados son el dosel flotante (Indio) y el domo fijo (Chino), pero aún no han tenido una alta aceptabilidad debido a que estos biodigestores poseen costos altos, su instalación no es fácil lo que con lleva un problema a la hora de instalación y cambio de repuestos.

### Pozos Sépticos (Zonas Urbanas)



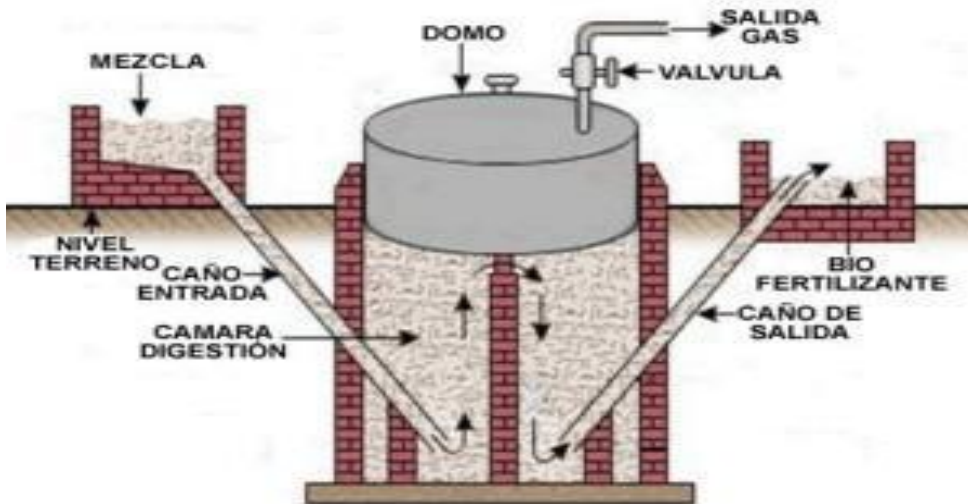
Es el más antiguo y práctico entre todos los digestores anaeróbicos existentes, este tipo de biodigestor es utilizado frecuentemente para la disposición de aguas residuales domésticas.

Para el uso correcto de este tipo de pozo es de vital importancia la aislación de las aguas servidas que caen en él, en especial de las que contienen jabón o detergentes. Dichos productos en especial el detergente, inhibe la acción metabólica de las bacterias, esto genera que los pozos se llenen de una manera más rápida sin el debido aprovechamiento de los efluentes.

Si es que las aguas negras no pueden ser separadas de las jabonosas, como el alcantarillado urbano, es de vital importancia la realización del tratamiento químico con polímeros a esta agua para poder solucionar el inconveniente antes de iniciar la fermentación anaeróbica. Este es uno de los ejemplos más claros en el sector de las zonas urbanas, pequeños detalles como lo mencionado anteriormente pueden perjudicar al biodigestor generando grandes costos de reparación.

---

### Biodigestor del domo flotante (Indio)



Este tipo de biodigestor consiste en la instalación de un tambor, originalmente fue hecho de acero pero debido a los problemas de corrosión fue remplazado por la fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP).

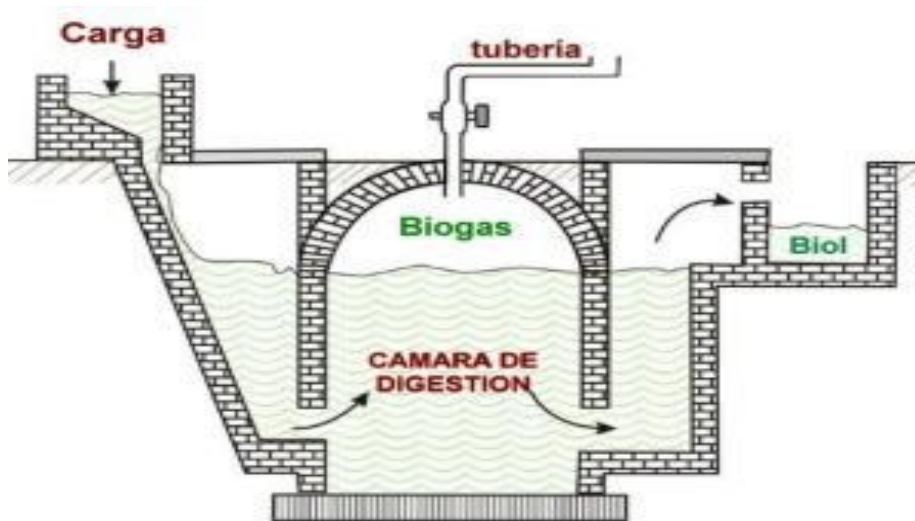
La campana sube y baja dependiendo del volumen del gas que contiene, también requiere una varilla guía central o rieles laterales que eviten el rozamiento contra la pared de la estructura.

### Biodigestor de domo fijo (Chino)

Este tipo de biodigestor fue el modelo más exitoso en China, con más de 5 millones de biodigestores construidos y que han funcionado correctamente. Uno de los inconvenientes más resaltantes que presentan es el uso de materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para la construcción del Biodigestor otorgándole una imagen no tan favorable para la implementación en países de

---

América. Este reactor consiste en una cámara de gas construida de ladrillos, piedras o hormigón con una vida útil en promedio de 20 años, siendo uno de los más resistentes que existen.



### Biodigestor de estructura flexible

Uno de los principales inconvenientes que presentaban los biodigestores de estructura fija era su alta inversión lo cual no era muy accesible para los pequeños granjeros, mediante este problema los ingenieros de Taiwán en los años setenta, decidieron hacer biodigestores flexibles más asequibles para los granjeros. Una de las combinaciones más utilizadas en la época era el PVC, con el residuo de las refinerías de aluminio.

Dicho material utilizado, fue reemplazado en los años 80 por polietileno menos costoso. El Polietileno en la actualidad es el material más utilizado en América Latina, Asia y África. Desde 1986, el CIPAV, ha estado recomendando

---

biodigestores de plástico económico como la tecnología más adecuada para hacer un mejor uso de las bostas del ganado.

### Sector Industrial en el Paraguay

El sector industrial en el Paraguay es uno de los sectores que más aporta a la economía Paraguaya, en los últimos ha venido creciendo de una manera positiva mostrando un gran dinamismo con una estabilidad macroeconómica que favorece a las inversiones tanto nacionales como extranjeras, el sector industrial en el Paraguay representa aproximadamente el 25% del PIB, según el Ministro Gustavo Leite el sector Industrial ha venido creciendo a un ritmo favorable en comparación a los países vecinos con un 2.5% anual. Sin embargo, el Banco Mundial aún considera al Paraguay como un país que tiene una industria poco desarrollada, debido a que estudios de dicho banco ubican al país en la industrialización a nivel mundial en el puesto 99 entre unos 145 países, siendo uno de los más bajos de la región.

Los bajos impuestos con que cuenta el país como también los incentivos que ha brindado el Gobierno como la Ley 60/90 y el régimen maquila han generado un aumento considerable de las industrias, según el viceministro Óscar Stark, se han instalado alrededor de 75 fábricas de origen brasileño como también algunas de Argentina, Alemania y Korea en un periodo de 2 años brindando oportunidades laborales para jóvenes, madres solteras generando un gran avance para el país. Pero aún queda bastante por hacer debido a que la mayoría de las industrias son instaladas en lugares claves como en la frontera o las conocidas ciudades industriales como Vallemi y Villeta, dejando de lado a lugares importantes como Caazapá, San Pedro, dónde la inversión que se ha hecho es mínima en comparación a otros puntos del país.

---

Los sectores presentan una mayor participación en la Industria Paraguaya según el informe sobre el “Panorama Socioeconómico de Paraguay 2016”:

- La generación, transmisión y distribución de energía, a través de las represas con un 26%
- Procesamiento de la carne 15%.
- Confección de prendas 14%.
- Fabricación de muebles 13%.
- Productos metálicos 10%,
- Procesamiento de tabaco 5%
- Productos químicos 3%.

#### Sector de Energía Paraguay

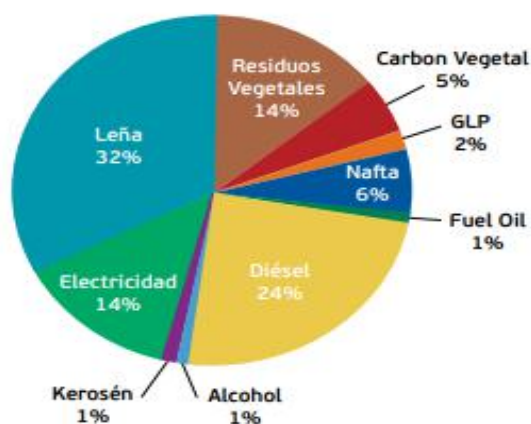
La producción y el suministro de energías primarias en el Paraguay han incrementado en los últimos años más de seis veces. En gran medida fue gracias a las dos grandes estaciones Hidroeléctricas Itaipú y Yacyreta, como también la nueva extensión de la red vial y la extensión de la red eléctrica en regiones rurales.

El país en el año 1995 contaba con un grado de electrificación del 48%, porcentaje muy bajo en comparación a los otros países de la región. Pero gracias a las inversiones tanto nacionales como internacionales después de 20 años, el grado de electrificación pasó del 48 al 96,7%, sólo en algunas regiones aisladas del Chaco la electrificación aún no ha llegado.

La matriz energética del Paraguay se caracteriza por una alta dependencia del sector Hidroeléctrico y de la Biomasa. De acuerdo con el Balance Energético preliminar de 2009, el 58% de dicha oferta correspondió a hidroelectricidad y el 27% a biomasa (leña, carbón vegetal y residuos vegetales). El 15% restante son hidrocarburos que en su gran mayoría, son importados, debido a que el país no

---

produce petróleo ni gas natural. Los hidrocarburos son, en su mayoría, aprovechados para el transporte. Descontando las pérdidas de energía y el manejo de stock, el 46% de la energía primaria generada en el Paraguay se destina a la exportación.



Consumo de energía en el Paraguay por fuente 2009.<sup>11</sup>

### Situación actual del mercado Energético en el Paraguay

Según las estimaciones del Viceministerio de Minas y Energía, para el 2025 el Paraguay presentará un déficit energético. La participación del gobierno es de vital importancia para el fomento y desarrollo de alternativas para una matriz energética más diversificada y eficiente para el País, pero dicho proceso debe ser realizado con participación no solo del sector público sino también del sector privado. Como es sabido, al incrementar la participación de energías renovables tiene sus beneficios a largo plazo como la reducción de dióxido de carbono, como también

---



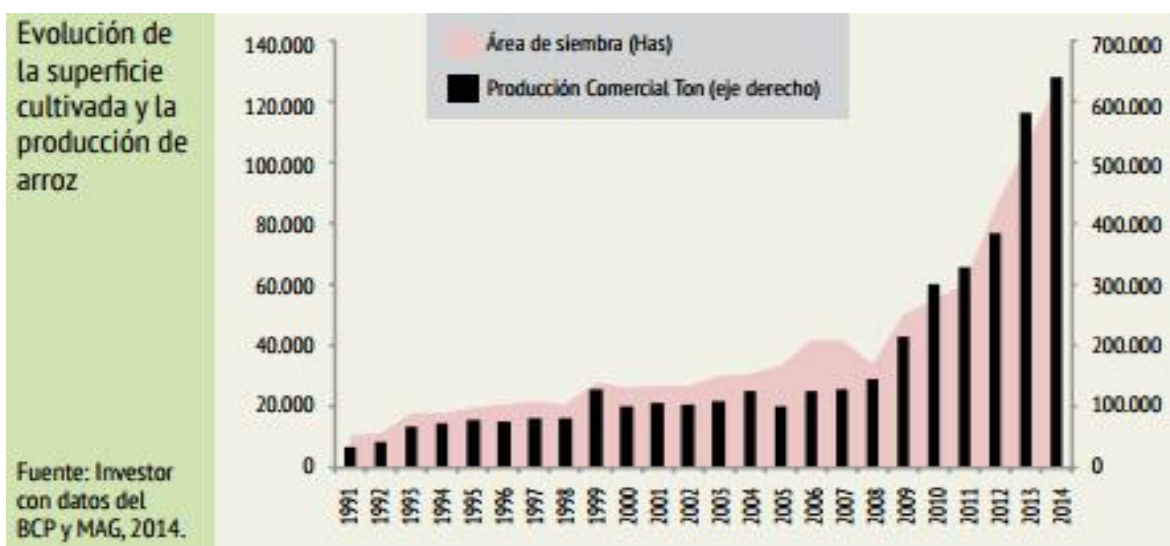
la generación de empleo en los diferentes sectores del país. Cabe destacar, que el consumo de energía en el Paraguay se basa en energías renovables (67%), que es el índice más alto en Sudamérica y el Caribe.

### La Agricultura

La agricultura en el Paraguay es uno de los mayores aportantes a la economía debido a sus exportaciones realizadas a países de la región como también a otros continentes como Europa, Asia y Oceanía, un menor porcentaje es utilizado para el consumo interno, la participación de la Agricultura es del 18% en la economía nacional, pero agregando los demás sectores de las cadenas productivas como proveedores, transporte y logística la cifra aumenta a un 28,9%.

El cultivo de soja es uno de los principales contribuyentes de la agricultura en el crecimiento de la economía del país, con más de 10 millones de toneladas de soja cosechada en el 2016 genero al país unos USD 3.128 millones en divisas por exportación presentando un crecimiento en volumen de 17,6% al 2015 según el informe del BCP. Pero cabe resaltar que gran parte de la materia prima es exportada en su estado natural a los países vecinos como Brasil e Argentina, esto es debido a la falta de inversión tanto de industrias nacionales como extranjeras, en su gran mayoría las empresas agrícolas no invierten para darle un valor agregado a la materia prima porque no existen incentivos fiscales o algún beneficio, debido a que los precios internacionales en los últimos años no se ha mantenido estable sino presentando fluctuaciones que con grandes inversiones pueden terminar afectando a las empresas.

---



En Paraguay se producen alrededor de 700.000 toneladas de Arroz, las cuales casi en un 70% son exportados a Brasil, Chile, Colombia y China generando unos ingresos anuales de US\$ 200 millones según el MAG, también se encuentran en tratativas para la aperturas de nuevos mercados como el medio oriente quienes han optado por el país debido a la calidad de la materia prima en comparación a los países de la región. Uno de los limitantes para el aumento considerable de la producción del arroz y la soja es el factor climático debido a que Paraguay cuenta con un clima bastante peculiar ya que pueden pasar días o semanas sin llover como también pueden presentarse diluvios que terminen afectando de manera considerable a las cosechas como ha pasado hace unos meses en Pilar, que no solo ha afectado a la agricultura sino también a la ganadería generando un estado de emergencia en ese sector del País.

La caña de azúcar también es uno de los cultivos que ha logrado mantenerse desde los inicios de la agricultura hasta la actualidad con una gran participación en las industrias de alcohol y azúcar, uno de los factores que ha estado presente durante muchos años es la escasa implementación del uso correcto de las técnicas agrícolas para la recuperación y uso más eficiente de los suelos, pero

---

esto también ha llevado al país a elaborar un sistema más orgánico con la producción del etanol para el uso de biocombustible siendo Paraguay uno de los mayores exportadores del mundo de este producto. Las unidades industriales más antiguas se encuentran en el departamento de Guairá, donde los productores agrícolas se encuentran en un radio alrededor de 30 kilómetros de las fábricas de alcohol, de azúcar o de etanol. Pero actualmente también existen otros lugares donde se han instalados las industrias como por ejemplo en los departamentos de Amambay y Canindeyú donde la mayoría son inversiones brasileras.

## Ganadería en Paraguay

### Ganado Bovino

La ganadería en el Paraguay es uno de los rubros más importantes en el País, con más de 13 millones de cabezas de ganado vacuno es uno de los mayores exportadores de carne vacuna posicionado en el 6to lugar como exportador mundial solo por debajo de Brasil y Argentina que encabezan la lista de la región. El país cuenta con alrededor de 10 frigoríficos que abarcan casi por completo el mercado interno y las exportaciones, algunos de los más importantes son:

- Frigorífico Concepción, 317.508 cabezas faenadas y con 75.690 toneladas exportadas.
- Frigochorti, 239.158 cabezas faenadas y 56.014 toneladas exportadas.
- Frigochaco, 208.300 cabezas faenadas y 52.023 toneladas exportadas.

Datos del 2016 según el Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (Senacsa).

También están los Frigoríficos Neuland, Frigomerc, Guaraní y FRIASA (Grupo Minerva), los cuáles tiene una participación en las exportaciones pero con un mayor enfoque en el mercado interno debido a que los estándares para la exportación son altos y también se debe contar con una cantidad considerable de

---

toneladas para acceder a mercados externos, uno de los principales factores que ha estado alarmando a las autoridades nacionales es la alta participación de empresas brasileras en los frigoríficos, actualmente solamente 4 de los 10 grandes frigoríficos son de capital 100% paraguaya, abarcando más del 50% del sector cárnico empresas del país vecino.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería en conjunto con la Asociación Rural, han estado realizando estudios para buscar maneras de incentivar a los inversionistas nacionales para disminuir la dependencia de empresas extranjeras en un rubro tan importante como es el sector cárnico pero tuvieron algunos inconvenientes debido a que las inversiones para realizar nuevas plantas frigoríficas son elevadas, y las entidades financieras son burocráticas para utilización de capital, se estima que una planta frigorífica ronda una inversión de US\$ 50 millones de dólares.

El país cuenta con un gran potencial aún por explotar con el ganado bovino, pero el sistema que utilizan los ganaderos es el método tradicional, se le denomina así debido a que utilizan las tierras con grandes superficies para una cantidad muy reducida de ganado o viceversa, poseen poca tierra con una gran sobrecarga de ganado afectando la productividad de los animales para los fines que requieran. La mayoría no utiliza la técnica y la genética adecuada para los diferentes tipos de suelos ya que no podría compararse el suelo del Chaco con el de San Pedro, ambos son aptos para el ganado vacuno pero cada uno requiere de un tipo diferente de animal como por ejemplo ya sea sólo Brahman o Angus para cada tipo de suelo, la falta de capacitación y una participación casi nula del MAG han afectado de manera considerable al ganado bovino en el país, debido a que en los últimos años el hato ganadero ha venido decreciendo en vez de ir en aumento lo que tendría un efecto a largo plazo tanto en el mercado interno como también para la exportación si no se toman las medidas necesarias. Uno de los puntos que se debe tener en cuenta es que en la actualidad ya existen avances tecnológicos en cuanto al uso más eficiente de los suelos y animales, en el país muchas veces los

---

residuos son lanzados a arroyos o las bostas del ganado no se utilizan de la manera correcta afectando al medio ambiente y a la población, debido a esto en las siguientes páginas se realizaran cálculos que faciliten los beneficios que pueden brindar los efluentes que actualmente no son utilizados debidamente y que a la vez podría dar inicio, para que el Paraguay pueda ir avanzando y poniéndose al día con las nuevas fuentes de energía que según la Unión Europea serán las fuentes del Futuro.

Pero para que este cambio pueda llevarse a cabo, es de vital importancia la participación no sólo del Gobierno sino también de la población en sí, ya que dicho cambio debe ser en primer lugar la mentalidad de las personas debido a que la mayoría de la población no ve el residuo como una potencial fuente de energía, con la capacitación necesaria y el cambio de la mentalidad tradicionalista de los ganaderos se puede generar grandes cambios para el país, demostrando así el gran potencial que tiene Paraguay.

### Sector Avícola

Según el Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal, el sector avícola fue uno de los sectores que más ha crecido en los últimos años debido a las aperturas de nuevos mercados como el de Medio Oriente, para el primer cuatrimestre del 2017 fueron exportadas 1.050 toneladas de carne y despojo aviar presentando un incremento del 300% en relación a las 262,8 toneladas exportadas en el primer cuatrimestre del año pasado, ingresando al país divisas en concepto por exportación de US\$ 731.241 con un aumento del 700% en comparación al año anterior. Pero también existe una gran participación del mercado interno quienes han duplicado el consumo en diez años debido a los altos precios de la carne, como también han optado por una dieta alimentaria más variada actualmente el consumo per cápita de pollo ronda alrededor de los 16 kilogramos anuales, a

---

pesar de dicho crecimiento aún sigue siendo bajo en comparación a otros países de la región como Brasil que tiene 45 kilogramos de consumo per cápita, se estima según Senacsa que las industrias faenaron 61 millones de cabezas de pollos en el 2016.

Uno de los principales productores y exportadores de la carne avícola es Pollpar S.A., quienes recientemente han realizado inversiones por más de US\$ 10 millones con una generación de empleo directo para 1.000 personas, para abastecer la demanda para la exportación a los países árabes según la directora de Pollpar S.A., Pilar Zubizarreta. También tiene una gran participación la Granja Avícola la Blanca y la Empresa Don Juan quienes abarcan casi el 90% del mercado interno.

El Gobierno con el sector privado están gestionando para la apertura de nuevos mercados, también pretenden mejorar los niveles de capacitación y control para evitar posibles inconvenientes como sucedió con el ganado bovino en el 2012, año en el que debido a una poca participación activa del MAG y la Senacsa fueron detectadas la fiebre aftosa que terminó perjudicando al país en un gran porcentaje debido a su alta dependencia de dicho sector para el crecimiento de la economía nacional. Mediante esto lo que se pretende es utilizar las tecnologías necesarias existentes en el mercado con las capacitaciones correspondientes para el uso más efectivo tanto del lugar donde se crían los pollos como los procesos posteriores para el procesamiento de la carne.

### Sector Porcino

La cría de cerdos es uno de los sectores que aún se encuentra poco desarrollado en el país en comparación a los países vecinos de la región, se estima que existen unos 250 establecimientos industriales los cuales sólo 10 de ellos se consideran de gran porte, la empresa Upisa ubicada en Itapúa, son los que abarcan en su

---

totalidad la exportación en cuanto a lo que carne porcina respecta realizando sus envíos principalmente al mercado de Rusia por un valor estimado de US\$ 10 millones según la Gerente de la Exportación, Viviana Chamorro.

El informe emitido por la Senacsa para el año 2016, muestra que en total 189.821 cerdos han sido faenados en frigoríficos para la exportación mostrando un 35% más que el año anterior debido a las aperturas de nuevos mercados en la región pero también se quiere fortalecer el mercado interno debido a que el consumo per cápita en el país solo ronda los 3 kilos anuales, siendo uno de los más bajos en la región, los países vecinos como Brasil ronda los 15 kilos anuales y Argentina con 14 kilos. Cabe resaltar que también existen una gran cantidad mataderos clandestinos que no son considerados por la Senacsa debido a la falta de información proveniente de dichos lugares. El Gobierno debe establecer políticas que eviten dichos mataderos clandestinos por que terminan afectando a las empresas que operan de manera legal, ya que se han presentado casos de insalubridad con los efluentes y la organización en lo que a faena respecta perjudicando no solo al medio ambiente sino también a las personas. Se debe tener en cuenta de que debido a que no presentan con los controles necesarios para que los cerdos puedan ser verificados previamente, el brote de algunas enfermedades podría terminar afectando a la exportación.

#### Producción de leche y lácteos.

La industria láctea en el país según el Servicio Nacional de Salud y Calidad Animal (Senacsa), ha presentado en el año 2016 un crecimiento del 10% con respecto al año anterior en el procesamiento de la leche cruda, siendo el mercado interno el mayor demandante de la leche nacional con un consumo promedio entre 80 a 90 litros anualmente por persona , el país también importa leche de países como Argentina, Brasil, Uruguay, Malasia y Chile con un valor aproximado de US\$ 7

---

millones que también ha presentado un incremento del 10% en comparación al año anterior, destacándose Argentina como mayor proveedor leche con una participación del 61% en volumen.

Acorde al registro del Ministerio de Agricultura y Ganadería los productos lácteos en el Paraguay para la exportación han tenido una disminución del 20% en términos de volumen en comparación al año anterior debido a la baja de los precios internacionales, los principales mercados para la leche Paraguaya son Brasil, Bolivia, Arabia Saudita, Republica Dominicana y Rusia, sólo Brasil y Bolivia acaparan casi el 95% en términos de volumen las exportaciones de la leche paraguaya.

### Energías renovables en el Paraguay

El Paraguay cuenta con una matriz energética poco diversificada, como hemos podido apreciar en las páginas anteriores, es de vital importancia que el país incentive el uso de fuentes de energías renovables. Uno de los ejemplos más resaltantes es la utilización de paneles fotovoltaicos en los pueblos indígenas del Chaco, quienes no pueden tener un acceso a la electricidad debido a que no viven cerca de los pueblos donde llega la energía eléctrica, anteriormente observar dicho tipo de paneles en el chaco era casi imposible pero gracias a la participación de Itaipú con la Ande, se están llegando a lugares donde antes no tenían acceso las fuentes de energías renovables siendo un gran avance para el país.

---

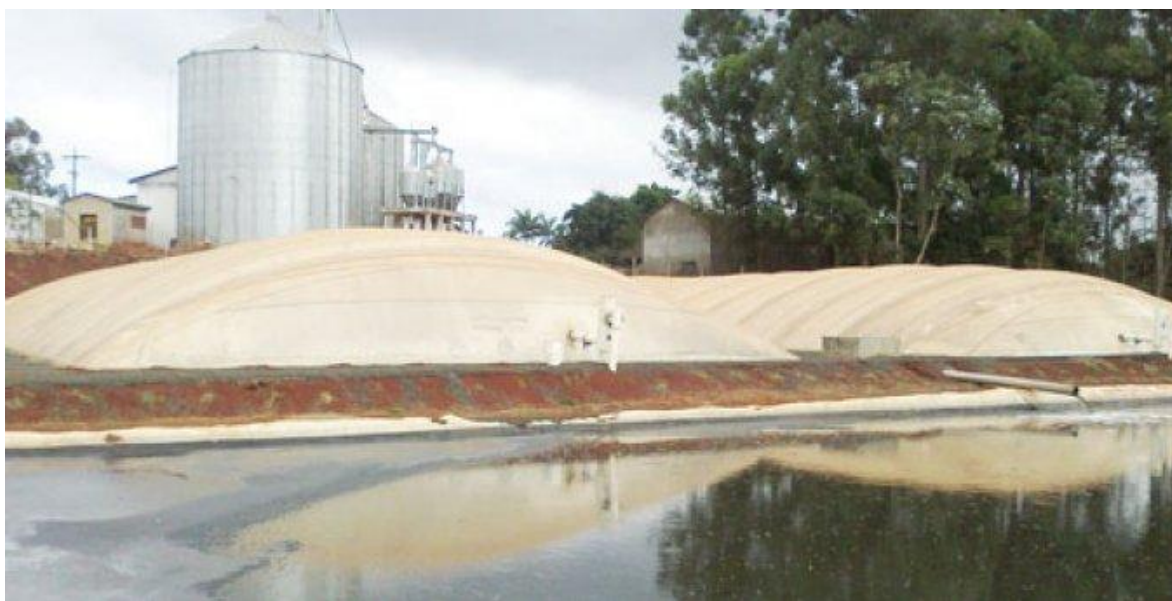




En cuanto a biogás, Itaipú está desarrollando con alianza de la Ande un proyecto en la granja San Bernardino ubicada en Alto Paraná, donde se está utilizando los efluentes de los cerdos para la generación de biogás.

Con estos efluentes hacen que la demanda de energía del establecimiento pueda ser autoabastecida, se pretende que en los próximos años se pueda aumentar la producción para poder utilizar también dicho método en otros establecimientos, solo resalto la importancia de que es necesaria una capacitación del personal para que pueda utilizar de manera correcta los biodigestores ya sea grande o pequeño.

---



En la imagen se puede apreciar la planta de biogás ubicada en Alto Paraná, se estima según Itaipú que la producción de biogás diaria es de 1000 nm<sup>3</sup>, siendo una de las pocas que se encuentra en funcionamiento.

La Empresa Bertin S.A., empresa de origen brasileño que se dedica al sector de agro negocios, reforestación, infraestructura y energía, es una empresa que ha instalado en su fábrica un gran biodigestor, dónde produce diariamente cerca de 640 m<sup>3</sup> de biogás, dicha empresa ha llegado a un acuerdo con Itaipú, quien le proveerá de un generador para la producción de energía eléctrica, según estimaciones la energía producida rondaría los 900 KWh/día.

También la empresa ENERPY, que es una empresa dedicada a la infraestructura y energía renovable en convenio con el Gobierno ha desarrollado una fábrica piloto en la localidad de Misiones, donde ha instalado su planta con Reactor de Materia Orgánica (RMO), la cual utiliza principalmente los residuos urbanos para la producción de gas metano, como también carbón vegetal.

Como se puede constatar, la participación del Paraguay en cuanto a las energías renovables aún no ha sido explotada de la debida manera en comparación con

---

otros países de la región como Brasil, que ya lleva años implementando nuevas políticas energéticas.

El Gobierno está llevando a cabo una Política de Energía de Paraguay para el 2040 en la cual se pretende ir reduciendo de manera anual la dependencia de las fuentes de energías no renovables, esto es debido a que actualmente en Europa muchos países están implementando políticas energéticas que disminuyan la participación del petróleo, la energía nuclear, debido a que no solo perjudican al medio ambiente sino también a la población y a las nuevas generaciones que vendrán.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

El estudio se basa en un análisis de carácter investigativo donde se pretende hallar el potencial para la producción de biogás en cada sector de la industria, los cuáles son la caña de azúcar, el ganado bovino, porcino, avícola y la producción de lácteos, dicho análisis es llevado a cabo con los efluentes producidos por cada sector, contando con una parte teórica para la comprensión más detallada en que consiste el trabajo y la parte técnica, dónde se realizan los cálculos correspondientes para las estimaciones del potencial de producción de biogás que tiene cada sector.

---

Se consideró el estudio realizado en Honduras, denominado “Estudio del potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo en Honduras” por el PNUD y el SNV. Dicho estudio es la base, que nos permitirá estimar el potencial que posee de cada sector ya mencionado anteriormente, lo que se tendrá en cuenta principalmente son los cálculos realizados para realizar las estimaciones correspondientes con los datos que se han obtenidos por parte de la industria paraguaya.

La mayoría de los datos fueron extraídos de fuentes gubernamentales como el Banco Central del Paraguay, para la introducción de la economía paraguaya. También se utilizó los informes de la Senacsa para el análisis de datos, quienes presentan sus informes de manera detallada anualmente de la producción de cada sector. Para los datos con respecto al sector agrícola fueron obtenidos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

### Modelo Teórico

Los puntos que se tuvieron en cuenta para el estudio de potencial del biogás en los sectores:

- Investigación sobre las fuentes de energías renovables, para una mejor comprensión de la situación actual de muchos países y del por qué están optando por energías más limpias, mencionando también como se produce el biogás, con sus beneficios para la población y el medio ambiente. Debido a que existen diversos tipos de biodigestores utilizados en cada región, también se menciona brevemente cuáles son cada uno de ellos.
  - El biogás en Europa, países como Alemania y Italia son los países que más están utilizando el biogás como fuente de energía alternativa, también
-

otros países participan de dicho avance pero en una menor medida, por eso es un dato importante el cuál debe ser tenido en cuenta debido a que industriales de ambos países están invirtiendo bastante en dicho sector, siendo así un claro ejemplo para ser estudiado, brindando informaciones relevantes que nos pueda servir como parámetro para futuros estudios.

- La industria Paraguaya, para un mejor entendimiento como se encuentra actualmente las industrias en el país, teniendo en cuenta los niveles de producción de cada sector, debido a que es un factor importante para esta investigación con sus subsectores que pueden tener un potencial para la producción de energía.
- Situación Energética del país, el Paraguay cuenta con una matriz energética poco diversificada, según el Gobierno se pretende realizar estudios que faciliten una reforma energética como ya han hecho varios países de la región, para que se puedan generar nuevas fuentes de energías que puedan ser renovables, dejando de lado al carbón, la leña y el petróleo, los cuales han estado dominando gran parte del mercado nacional siendo esto una gran oportunidad para la introducción del Biogás.
- Agricultura, es uno de los sectores que tiene una gran participación en la economía del país, en su gran mayoría dedicada a la exportación como la soja, arroz, trigo y en menor medida utilizada para el consumo interno.

El trabajo estará enfocado principalmente en la caña de azúcar y sus efluentes

- El Ganado Bovino, Porcino, Avícola y la producción de lácteos, conocido por ser uno de los sectores más antiguos del Paraguay, la ganadería bovina ha venido presentando un decrecimiento en los últimos años de lo cual es
-

importante contar con dicha información en el trabajo, como también resaltando el crecimiento que ha tenido de manera considerable el sector avícola.

- Recopilación de datos y determinar el potencial de cada sector, una vez concluida toda la parte de información general, se realizará con los datos obtenidos los cálculos correspondientes, la mayoría de los valores estándares se considerará del estudio de Honduras, debido a que aún no se cuentan con estudios bien detallados que especifiquen cada materia de los efluentes, para dicho proceso se debe realizar un estudio previo de varios factores como el suelo, tipo de animal, entre otros., es por este motivo que solo se utilizan dichos datos, una vez obtenido los resultados se determinarán cuáles sectores cuentan con un mayor potencial para la producción de biogás.

#### 4. ANÁLISIS DE DATOS

---

<b>Potencial nacional de biogás en los ingenios azucareros (efluentes/zafra)</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Caña molida, zafra 2015/2016	tm caña/zafra	6.708.000
Biogás Equivalente	Nm3 biogás	15.762.794
Duración de la zafra	Meses	6
Potencia Térmica equivalente	MWt	22
Potencia eléctrica equivalente	MWe	8.8

TABLA 1 POTENCIAL NACIONAL DE BIOGÁS EN LOS INGENIOS AZUCAREROS (EFLUENTES/ZAFRA)

Fuente: Estudio de Potencial de Biogas en Honduras

Elaboracion: Propia.

Para hallar un estimativo del Potencial Nacional de Biogás en los ingenios azucareros se realizó un estudio similar que utilizo Honduras para determinar su potencial de Biogás debido a que aún no se han realizado estudios muy detallados en el Paraguay en dicho sector, la mayoría de los datos básicos utilizados en la tabla 1., fueron extraídos de la Estadística de Producción Agrícola emitida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Según la tabla la Caña molida tiene una producción estimada por zafra de 6.780.000 toneladas (2015/2016) y el Biogás Equivalente en Nm3 de Biogás es de 15.762.794, solo en algunas de las tablas se pudo hallar el potencial térmico equivalente debido a que no se han encontrado los datos suficientes.

Para hallar el Biogás Equivalente se han utilizado las fórmulas con los valores estándares es decir  $\text{Valor (CM)} \times 4.6997 / 2$ , dicha fórmula nos da como resultado

---

el Biogás equivalente, pero en la caña molida es dividido con 2 debido a que la zafra dura 6 meses. Posterior a eso se halló la potencia eléctrica equivalente el cual es un cálculo también importante para determinar la electricidad que producirá el Biogás, se utilizó la fórmula Biogás Equivalente (BE)  $*0,53 *2,1159 / 2 /1000000$ , lo que nos llevó al resultado de MWe 8.8. Pero para la obtención total de Biogás en el sector de caña de azúcar también se tiene en cuenta la melaza, la cual veremos en la tabla 2.

Tabla 2.



Fuente: Estudio de Potencial de Biogás en Honduras, SENACSA.

En la segunda tabla podemos apreciar la producción estimada de Biogás con la melaza que es un derivado de la caña de azúcar, algunos datos fueron proveídos por el estudio de Biogás realizado por Honduras como por ejemplo el Rendimiento de la Melaza, Materia Seca en Melaza, Materia Orgánica en Materia seca en melaza y el potencial específico de biogás, los cuales la mayoría son valores estándares utilizados tanto como en Europa y América, la caña molida como la melaza son necesarias para hallar el potencial total de biogás en la caña de azúcar, el Biogás equivalente de la melaza es de 49 millones de Nm<sup>3</sup> de biogás, con una generación de energía térmica equivalente de 1.067.185.411 MJ/zafra.

Tabla 3.

---

<b>Potencial de biogás y energético en ingenios azucareros ( sustratos/zafra)</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Potencial de biogás (efluentes)	Nm3 gas 60% CH4/zafra	15.752.730
Potencial de biogás (melaza)	Nm3 gas 60% CH4/zafra	49.406.732
<b>Potencial de biogás (zafra)</b>	<b>Nm3 gas 60% CH4/zafra</b>	<b>65.159.462</b>
Potencia térmica equivalente (efluentes)	MWt	22
Potencia térmica equivalente (melaza)	MWt	68.9
Potencia térmica total (zafra)	MWt	91
Potencia eléctrica equivalente (efluentes)	MWe	8.8
Potencia eléctrica equivalente (melaza)	MWe	27.7
Potencia eléctrica total (zafra)	MWe	36.5

En esta tabla se puede apreciar la producción total estimada de biogás con la melaza y los efluentes de la caña de azúcar sumando los valores que ya fueron hallados anteriormente en la tabla 1 y 2, se puede constatar que el potencial de biogás producido anualmente es de 65 millones de Nm3 de biogás con una potencia térmica estimada de 91 MWt y la potencia eléctrica total de 36.5MWe.

### **Sub-sector ganado bovino**

Tabla 4.

---

<b>Materia orgánica mensual, biogás equivalente, harina y sebo ( Ganado Bovino)</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Harina</b>	<b>Sebo</b>
Sacrificio Mensual	Cabezas/mes	161.545	
Rendimiento del sustrato	Kg/ cabeza	6.61	0.842
Sustrato producido	Kg/ mes	1.067.812	136.020
Materia seca en sustrato	Kg materia seca/ kg sustrato	0.960	0.994
Materia orgánica en materia seca	Kg materia orgánica/ kg materia seca	0.872	0.687
Materia orgánica seca total	Kg materia orgánica/mes	893.887	92.885
Potencial específico de biogás	Nm3 biogás @ 60% CH4/ kg MOS	1	1
Biogás mensual equivalente	Nm3 biogás/mes	893.886	92.885
Biogás anual equivalente	Nm3 biogás/año	10.726.632	1.114.621
<b>Biogás total equivalente</b>	<b>Nm3 biogás/año ambos sustratos</b>	<b>11.841.253</b>	

Tabla 4.1.

---

<b>Materia orgánica mensual, biogás equivalente, harina y sebo ( Ganado Bovino)</b>			
Biogás diario equivalente	Nm3 biogás/día	29.796	3.096
PCI biogás @ 60% CH4	MJ/Nm3	22	
Energía térmica equivalente	MJt/mes	19.307.938	2.006.317
Potencia térmica equivalente/mes	kWt	223.470	23.220
Potencial eléctrica equivalente/mes	kWe	89.567	9.307
Potencia térmica total/mes (ambos sustratos)	kWt	246.690	
Potencia eléctrica total/mes (ambos sustratos)	Kwe	98.874	

Para este sector el breve análisis fue realizado de una manera similar al anterior, solo que en algunos valores se utilizaban otros números debido a que cada residuo o efluentes tienen sus características peculiares, los datos fueron extraídos en su mayoría del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como también del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal ( Senacsa), para estos cálculos hemos utilizado el sacrificio mensual de ganado bovino y el sustrato producido por mes como parámetros principales, debido que con estos datos se realizan los cálculos más específicos como la materia orgánica seca total por mes, para posteriormente calcular el biogás equivalente utilizando la fórmula de  $(BE = MO * MS * SP * PEB * 12)$  que llevan al resultado de 11.841.253 Nm3 de biogás al año.

Tabla 5.

---

Potencial nacional de biogás en el sector ganadero con salas de ordeño		
Parámetro	Unidades	Valor
Población nacional bajo ordeño (2015)	Cabezas/año	-
Producción nacional de leche (2015)	M3 leche/año	385.795
Potencial del Biogás, Efluentes		
Biogás equivalente ( con base en producción de leche)	Nm3 biogás @ 60% CH4/año	1.458.305
Duración ordeño	Meses	12
Energía Termina Equivalente	MJ/mes	2.624.949

Para el potencial nacional de biogás en el sector de producción de leche se pretendía obtener ambos datos, la población nacional bajo ordeño como también la población nacional de leche, para el primer parámetro no se pudo obtener un valor estimado debido a la falta de información por parte de la Senacsa siendo solo posible la utilización de la producción nacional de leche como base para hallar el potencial de Biogás, para realizar dicho cálculo se utilizó la fórmula de  $BE = PNL * 3.78$ , la producción estimada de leche es de 1.458.305 m<sup>3</sup>, con una energía térmica equivalente de 2.624.949 MJ/mes.

Tabla 6.

Cargas orgánicas diarias y biogas equivalente en la producción porcina		
Parámetro	Unidades	Valor
Sacrificio Anual	No. de cerdos	445.540
Rendimiento del sustrato	Kg/año	43.380.154
Materia seca en cerdaza	kg materia seca/kg cerdaza	0,278
Materia organiza en materia seca en cerdaza	kg materia orgánica/ kg materia seca	0,663
Materia seca orgánica total	kg MOS/anual	7.995.570
Potencial especifico de biogás	Nm3 biogás @ 60% CH4/kg MOS	0,36
Biogas equivalente	Nm3 biogás/ anual	2.878.405

---

Para la tabla 6, se realizaron los cálculos correspondientes con datos proporcionados por la Senacsa, el sacrificio anual de ganado porcino y el rendimiento del sustrato son los datos bases que utilizamos para hallar el potencial del biogás, primero se tuvo que hallar la materia seca orgánica total para posteriormente utilizar los valores estándares como la materia seca en cerdaza y materia organiza en materia seca en cerdaza, la formula utiliza para hallar el biogás equivalente en esta tabla fue  $BE = MSO * PEB$ , que sería la materia seca orgánica total y el potencial especifico del biogás, dio como resultado un estimado de 2.8 millones de Nm3 de biogás producidos anualmente.

#### Tabla 7.

Mediante esta tabla lo que se aprecia es el resultado final del potencial de Biogás en cada subsector de la Industria Paraguaya, los resultados fueron en meses y años para una mayor comprensión de los mismos debido a que en la mayoría de los países estas estimaciones se hacen de manera anual.

Se puede apreciar como el sector de la Caña de Azúcar presenta el mayor potencial de biogás en el país, con un estimado de 65 millones de Nm3 de biogás anualmente, esto demuestra el gran potencial que posee el sector de caña de azúcar para las industrias azucareras, aún sigue siendo bajo en comparación a países de la Región como Honduras, que en el año 2009 ya producía mas de 80 millones de Nm3 de biogás anualmente en el mismo sector, pero lo importante es que con estos estudios ya existen datos para una mayor facilidad de comprensión

---

e implementación de nuevas fuentes de energías para los diversos sectores de la industria.

En el Segundo lugar se encuentra el sector Avícola, es uno de los sectores que más ha llamado la atención debido al crecimiento que ha tenido en los últimos años situándose como un rubro el cual genera grandes expectativas tanto para el mercado interno como para la exportación, se estima que anualmente se produce 24 millones de Nm<sup>3</sup> de biogás, los cuales no solo pueden servir para que las empresas puedan ahorrar en temas de energía sino también para que puedan vender una parte de la energía para el uso en las ciudades aledañas.

El tercer lugar ocupa el sector Bovino, con la cual se tenían unas altas expectativas de producción de Biogás, pero se ha demostrado a través de los números que existen sectores más productivos en cuestión de energía renovable como el Avícola, el ganado bovino es conocido por ser uno de los sectores con mayor antigüedad del país en comparación a otros, pero debido al cambio que ha venido experimentando el mercado en los últimos años y con el incremento de las carnes blancas no se ha posicionado como uno de los más atractivos en comparación a sus competidores, esto sería completamente diferente si se remonta a los años 2004 o 2006 donde la carne vacuna era la que dominaba el mercado, por eso es de vital importancia realizar las inversiones necesarias y con el debido seguimiento del gobierno, ya que actualmente el ganado bovino en el país está disminuyendo de manera considerable debido a la falta de control de las autoridades correspondientes, se estima que actualmente el país cuenta con 12.850.000 cabezas de ganado bovino siendo que tan solo hace 3 años el país contaba con más de 14.300.000 cabezas según Senacsa., cifras que han venido alarmando a las autoridades pero que aún siguen sin proponer algunas alternativas para que el ganado bovino pueda aumentar nuevamente.

En cuarto y quinto lugar se encuentran el subsector porcino y la producción de leche, ambos presentan en menor medida el potencial de biogás en comparación a los otros, el sector porcino tiene una producción anual de 2.8 millones de Nm<sup>3</sup> de biogás, dicho monto podría ser mucho mayor debido a que existe un alto porcentaje de mataderías clandestinas que no informan de sus actividades a la Senacsa. El sector de la producción de leche con un estimado de producción de 1.4 millones Nm<sup>3</sup> de biogás, es un sector que aún está en desarrollo, debido a que los precios internacionales son muy variables, muchos industriales no quieren introducirse en el rubro es por eso que aún solo unos cuantos están dispuestos en su mayor medida a optar por el mercado interno, siendo no tan viable aumentar de manera considerable la producción de leche en el país por el momento.

---

## 5. CONCLUSIONES

Mediante la investigación se pudo constatar el potencial que posee el Paraguay, demostrando que a pesar de ser uno de los países más pequeños de la región contamos con la posibilidad de generar diversos tipos de fuentes de energía como es el biogás, aún se deben realizar estudios más minuciosos para determinar económicamente si es viable tener una producción por cada industria o como también poder vender energía para el mercado interno, siendo una opción que no solo beneficie al país en general sino también al medio ambiente.

Uno de los puntos claves que se pudo comprender en esta investigación es la importancia de la participación activa del gobierno para establecer unas reformas energéticas como ya han hecho países de la región como Argentina, México y Brasil, los cuales han incentivado no sólo a los empresarios industriales y ganaderos, sino también a las personas que cuentan con una pequeños establecimientos evitando así la alta dependencia de las fuentes no renovables.

El Paraguay debe primordialmente tener una base de datos más actualizada anualmente en cada sector de las industrias, porque varios datos que se precisaban para la investigación se encontraban de manera desfasada dificultando la facilidad para el acceso a información actualizada los cuales dificultaban el proceso a la hora de hacer los cálculos correspondientes, otro punto también que el país debe fortalecer es la capacitación de las personas encargadas para la ejecución de los proyectos en cada sector, esto quiere decir, que para la implementación de las plantas de biogás como ejemplo, debe existir personas que realmente conozcan del tema y también que puedan transmitir esos conocimientos ya sea para los empresarios como también para los pequeños productores, esto lo que generará es un uso más eficiente de lo que se pretende hacer ya sea en la construcción como también en la utilización de las plantas, ya que en varios países esta fue la causa principal que se deje el biogás a un costado.

---



Para finalizar, con este trabajo se da a conocer que cada país ya sea pequeño o grande tiene su potencial, lo único necesario para que pueda llevarse al cambio es la predisposición que tiene tanto el gobierno como la población en sí, no solo por el simple hecho de estar siempre al nivel de los demás países en cuanto a tecnología y nuevas fuentes de energía, sino porque es de vital importancia que las personas puedan tener una mejor calidad de vida y también que el medio ambiente pueda salir beneficiado mediante este proceso, prolongando la vida de ambas partes y usando de manera más eficiente las materias que nos provee la naturaleza.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de Biogás a nivel productivo en Honduras  
Secretaría de Recursos Naturales y Ambientales  
Estudio Biogás Honduras.pdf (Classroom)
  - Evaluación de Potenciales de Energía Renovable en Paraguay  
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)  
Evaluación-de-Potenciales-de-Energía-Renovable-en-Paraguay-de-cuatro-caso.docx (Classroom)
  - Producción y Consumo de Biomasa Sólida en el Paraguay  
Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones (MOPC)  
Producción y Consumo Biomasa Py GIZ.pdf
  - Sector Agroindustrial  
Observatorio de Economía Internacional  
SECTOR AGROINDUSTRIAL PARAGUAYO-OBEI.pdf (Classroom)
-

- Sector Agroindustrial en el Paraguay  
Banco Interamericano de Desarrollo  
  
Sector-Agroindustrial-de-Paraguay BID.pdf
  
  - Guía Técnica sobre generación y distribución de Energía Eléctrica.  
Secretaría Nacional de Saneamiento Animal del Ministerio de las Ciudades del Brasil con participación del Gobierno Alemán.  
  
giz\_guiatecnico\_ETE.pdf
  
  - Herramientas para mejorar la efectividad del mercado de combustibles de madera en la economía rural  
Banco Interamericano de Desarrollo  
  
6. BID - Estudio Combustible LEÑA 2008.pdf
  
  - Situación de la Lechería en Paraguay  
  
Cámara Paraguaya de Industriales Lácteos CAPAINLAC)  
  
<http://capainlac.com.py/wp-content/uploads/2015/11/INFORME-ESTADISTICO-2015.pdf>
  
  - SÍNTESIS ESTADÍSTICAS PRODUCCIÓN AGROPECUARIA AÑO AGRICOLA 2012/2013  
Ministerio de Agricultura y Ganadería.  
  
<http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202013-1.pdf>
-

- Faenamiento del Ganado Boquino, Porcino y Avícola.  
Senacsa Paraguay (2012/2016)  
[http://www.senacsa.gov.py/application/files/1214/9641/0406/EP2016IA\\_06\\_Faenamiento.pdf](http://www.senacsa.gov.py/application/files/1214/9641/0406/EP2016IA_06_Faenamiento.pdf)
  - Análisis Social, Económico y Ambiental de la producción de Soja y Carne en el Paraguay  
World Wildlife Fund (WWF) – Paraguay y Alemania.  
analis\_social\_\_economico\_y\_ambiental\_de\_la\_produccion\_de\_soja\_y\_carne\_en.pdf}
  - La Biomasa como fuente de energía para granjas avícolas.  
Marisa Montes – redacción avicultura  
LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA PARA GRANJAS AVÍCOLAS.pdf
-