

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo la Obtención de Biogás a Partir de Residuos Sólidos Vegetales y Estiércol Vacuno a Escala Laboratorio en el Departamento de Tarija.

El proceso de obtención de biogás se realiza mediante la biodigestión de la mezcla de los residuos sólidos vegetales, estiércol vacuno y agua.

Los factores se evalúan para analizar el volumen de biogás producido son: la relación masa estiércol vacuno – residuos sólidos vegetales; 1 – 0.3 y 1 – 0.6, el tiempo de retención en días; 19 y 22.

El análisis estadístico de los resultados se realiza mediante el programa SPSS 21, a través de un diseño factorial de  $2^2$ . Como variable respuesta se toma el volumen de biogás producido obtenidos en el proceso de biodigestión.

El mejor volumen de biogás se obtiene trabajando con una relación masa de estiércol – vacuno – residuos sólidos vegetales igual a 1 – 0.6, y un tiempo de retención igual a 22 días, dando un volumen de biogás obtenido igual 807 ml.

Definido el mejor experimento se realiza el balance de materia y energía. Con los datos respectivos, se obtiene 807 ml de biogás a partir de 240 g de residuos sólidos vegetales y 400 g de estiércol vacuno.

La caracterización de la materia prima; residuos sólidos vegetales y el estiércol vacuno, se realizaron mediante análisis fisicoquímicos.

De igual forma se hizo la caracterización del biogás obtenido.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Resultados de la caracterización del biogás obtenido.

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Composición	51,2596 % Metano (CH <sub>4</sub> ) 35,0684 % Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) 13,6720 % Otros
Densidad	1,36 g/l
Poder Calorífico Superior	28.357,8 kg/kJ
Olor	Huevo podrido (debido a los sulfuros presentes)

Fuente: IIDEPROQ, Elaboración propia, 2021.

También se hizo prueba de combustión, dando un resultado satisfactorio.

# **INTRODUCCIÓN**

**Antecedentes.**

Se conoce que en la actualidad el alto índice de consumo de recursos no renovables es un tema preocupante a nivel mundial, debido a la explotación y consumo de los combustibles fósiles, y el alto nivel de contaminación e impacto ambiental que estos generan.

El hombre se ha visto en la necesidad de buscar nuevas fuentes de energías renovables que permitan la mantención del equilibrio de los ecosistemas. Un claro ejemplo de estas es la Bioenergética. La base de este tipo energía es la llamada Biomasa, que se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas, desechos de animales y humanos. (Cabrera, 2011)

Entre las energías alternativas tenemos la generación del biogás, término que se aplica a la mezcla de gases que se obtienen del proceso de digestión anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos orgánicos, como el estiércol animal o los productos de desecho de los vegetales.

Las primeras menciones del Biogás se ubican en el año 1600, cuando fue identificado por varios científicos como un gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica. Posteriormente, en el año 1800 se construye el primer biodigestor a escala real en la India (Soler, 2009)

Al finalizar la segunda guerra mundial la fácil disponibilidad de combustibles fósiles, la mayoría de las instalaciones de biodigestores fueron cesando en su funcionamiento. Sin embargo, en India, a comienzos de la década de los 60, se impulsó notablemente la tecnología de producción de biogás a partir de estiércol bovino con el doble propósito del aprovechamiento energético y la obtención de un biofertilizante.

Durante la década de los ochenta, volvió a adquirir cierta importancia como forma de recuperación energética en explotaciones agropecuarias y agroindustriales. Sin embargo, con la disminución de los precios del petróleo, a finales de los años ochenta, el interés por la tecnología de digestión anaeróbica volvió a decaer, aunque en algunos países industrializados se han desarrollado importantes programas de desarrollo de plantas anaeróbicas a escala industrial y doméstica. En la actualidad, el biogás se utiliza en todo el mundo como una fuente de combustible tanto a nivel industrial como doméstico. Su explotación ha contribuido

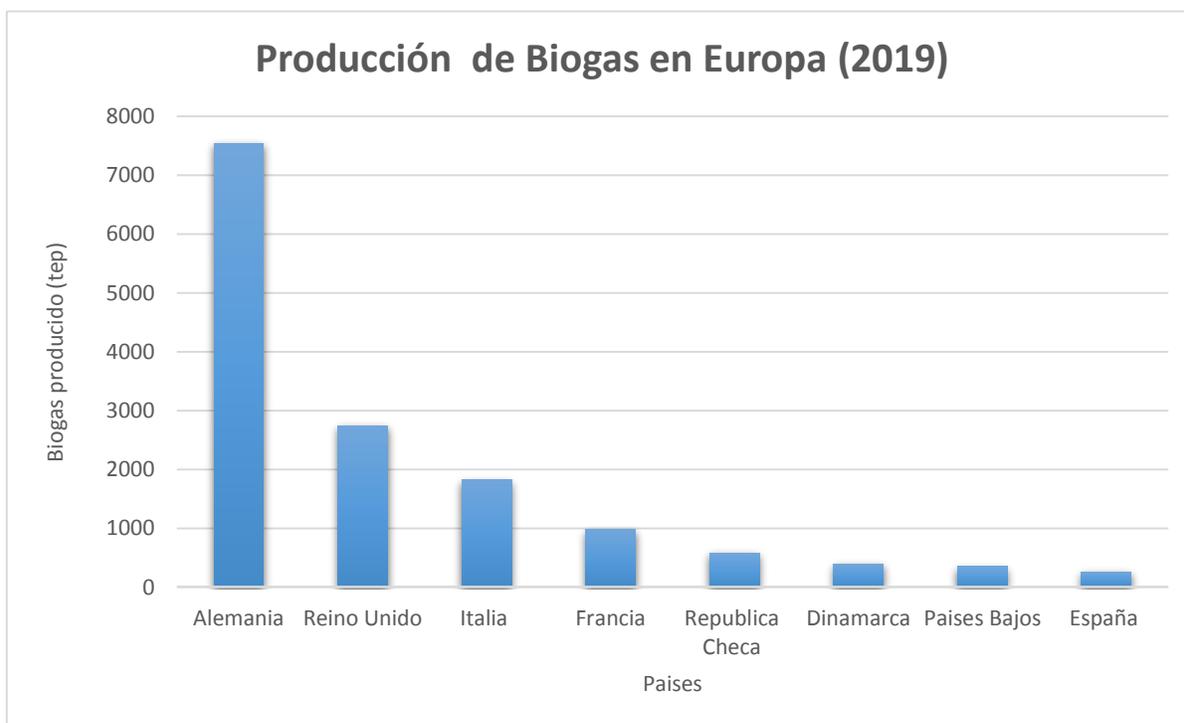
a impulsar el desarrollo económico sostenido y ha proporcionado una fuente energética renovable alternativa al carbón y el petróleo. (Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, 2011)

En los últimos 20 años se han tenido fructíferos resultados en cuanto a descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico, a través del material de laboratorio, que permitieron el estudio de los microorganismos intervinientes en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) para el biogás.

Habiendo superado una primera etapa a nivel piloto, a lo largo de los años transcurridos, la tecnología de la digestión anaeróbica se fue especializando abarcando actualmente muy diferentes campos de aplicación con objetivos muy diferentes.

A continuación se presenta a mayores productores de Biogás en Europa (Ver Figura 1), representados en unidades de **tep**: tonelada equivalente de petróleo, que equivale a la energía liberada en la combustión de 1 tonelada de crudo de petróleo.

Figura 1: Producción de biogás en Europa (2019)



Fuente: (euroserv-er, 2020)

En el ámbito nacional y local las primeras menciones de estudio del biogás se hacen entre los años 1980 y 1985 donde gracias a esto y la colaboración de organizaciones no gubernamentales se logran programas para la instalación de biodigestores, principalmente en el área rural con éxito técnico, pero fracaso social de apropiación y disseminación.

Con el proyecto “Viviendas auto energéticas” en Bolivia se logra la instalación de 300 biodigestores en la zona del altiplano y valle de tal manera que se genera energía de biomasa (energía renovable) al obtener biogás, y por otro lado se obtiene un biofertilizante llamado biol, con un poder fertilizante mayor en 30% que cualquier químico utilizado en la agricultura. (Herrero, 2008)

En la Figura 2 podemos observar un biodigestor instalado en La Paz, Bolivia. Como curiosidad, este es el Biodigestor más alto del mundo funcionando

Figura 2: Biodigestor (La Paz, Bolivia) a 4221 metros sobre el nivel del mar.



Fuente: (Herrero, 2008)

En 2012 la embajada de Suiza junto con la corporación Suiza en Bolivia presentan el “PROYECTO BIOGAS” que se basa en la producción sostenible a gran escala de abono orgánico y biogás con residuos orgánicos del sistema de aseo urbano, sin embargo dicho proyecto presentó muchos inconvenientes retrasándolo hasta 5 años para posteriormente quedar en olvido. (Los tiempos, 2016)

En 2013 se presenta el proyecto de “Plan del Programa Nacional de Biodigestores en Bolivia” que tiene como objetivo principal; El Programa de Biogás de Bolivia (PBN) tiene por

objetivo facilitar la instalación de 6500 biodigestores que beneficiarán a unas 32500 personas como mínimo, en el período comprendido entre el 2013 y el 2017. Además, se establecerá un mercado viable de biodigestores con buenas perspectivas para la sostenibilidad del sector, después del período del programa (HIVOS, 2013). No se encontró registro de un informe final acerca de este proyecto, sin embargo, a través de notas de medios de comunicación, se evidencio la construcción de varios biodigestores por medio de este proyecto.

En Tarija el año 2002 el universitario Walter Felipe Mamani Quintana, presenta su proyecto “Digestión anaeróbica de residuos sólidos urbanos en reactor de lecho empacado”, donde tomo como materia prima principal los residuos sólidos urbanos para la formación de biogás y biol. La investigación fue realizada para un reactor batch con recirculación con calefacción; sus operaciones fueron controladas paralelamente con una experiencia de la digestión anaeróbica de un reactor batch sin recirculación ni calefacción.

El año 2014 se instaló un biodigestor de polietileno tubular en el Valle Central. Para la instalación la empresa Huayrihuana realizó un taller práctico denominado “Construcción de biodigestores, producción de energía y abono orgánico a partir de residuos” que fue posible gracias al trabajo conjunto de la fundación Hivos, la empresa Huayrihuana y la U.A.”J.M.S.”

La en ese entonces universitaria Elizabeth Inés Miranda, vio la necesidad de un estudio que respalde dicha tecnología, de manera que se adecue a las necesidades y requerimientos de otras fincas para su implementación. Y presento su proyecto “Operación y rediseño de un biodigestor tubular experimental”, donde dio prioridad al biol generado por descomposición anaeróbica.

Donde (Miranda, 2016) concluye: “Se ha realizado el seguimiento y la operación del biodigestor durante un tiempo de retención de 115 días con la medición de los parámetros necesarios, carga diaria y toma de muestras para análisis y mantenimiento del biodigestor”

**Objetivos.**

## Objetivo general.

- Obtener biogás a partir de residuos sólidos vegetales y estiércol vacuno a escala laboratorio en el departamento de Tarija.

## Objetivos específicos.

- Caracterizar la materia prima: Residuos vegetales y del estiércol de vacuno.
- Formular y ejecutar la fase experimental para el proceso de obtención de biogás.
- Obtener las condiciones de operación óptimas de máxima degradación de la materia prima usada.
- Obtener la composición del biogás con una cromatografía de gases.
- Presentar, discutir los resultados del proceso de obtención de biogás a partir de residuos sólidos de vegetales, frutas y estiércol vacuno.
- Desarrollar los cálculos de balance de materia y energía de la fase experimental del proyecto.
- Determinar los costos directos e indirectos de la investigación, y estimar un costo del producto obtenido.

**Justificaciones.****Justificación tecnológica.**

Con el presente trabajo de investigación se pretende dar importancia a nuevas alternativas de energía y así evitar la sobre explotación de los recursos no renovables.

El biogás a obtener puede ser usado no solo en cocinas familiares, sino también para la generación de energía eléctrica, mecánica, de acuerdo a la necesidad que se requiera. El uso potencial de esta tecnología se debe a que es un proceso tecnológico simple de usar, con bajos requerimientos.

**Justificación económica.**

Es importante tomar en cuenta que la producción del biogás es natural y renovable, además de la fácil adquisición de la materia prima, siendo estos desechos, por lo que podría potenciar un importante mercado y generar un progreso, avance e ingresos para las comunidades que directa o indirectamente se podrían beneficiar.

Una planta de biogás a gran escala generaría trabajo a muchas personas, además de costos bajos a los consumidores que sean beneficiarios del producto.

En muchos países de Europa y Asia el biogás se produce a grandes escalas, en su mayoría impulsadas por los gobiernos de turno, tratando con millones de toneladas anuales de desechos orgánicos.

**Justificación social.**

El presente trabajo de investigación se realiza con el propósito de aumentar la oferta de energías renovables que promuevan el estilo de vida amigable de la sociedad con el medio ambiente.

El gas domiciliario es un servicio básico (Artículo 20 de la Constitución Política del Estado, servicios básicos), sin embargo, varias familias del área rural no cuentan con este servicio básico. El presente proyecto pretende hacer un estudio para obtención de biogás, que puede ser usado como gas de cocina, beneficiando de esta manera a las familias del área rural que no cuenten con el servicio.