



BOLETÍN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN Y USO DE BIOGÁS PARA PROYECTOS DE PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA CHILENA



SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD
Y COMBUSTIBLES



Fundación para la
Innovación Agraria

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ESTUDIO "VIGILANCIA TECNOLÓGICA CON ENFOQUE EN TECNOLOGÍAS
DE BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA Y EN EQUIPOS DE CONSUMO DE BIOGÁS
PARA EL SECTOR AGRARIO NACIONAL"

ULE-2017-074

PARTICIPANTES

El estudio de vigilancia tecnológica denominado “Vigilancia Tecnológica con enfoque en tecnologías de biodigestión anaeróbica y en equipos de consumo de biogás para el sector agrario nacional” fue desarrollado por **IALE Tecnología Chile SpA**, por encargo de la **Fundación para la Innovación Agraria (FIA)** y la **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)**, en el marco de un convenio de colaboración suscrito en 2017, para promover las tecnologías eficientes de biodigestión en los sectores agropecuario, agroalimentario y forestal como estrategia de agricultura sustentable.”

IALE Tecnología Chile SpA, contribuye con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, a recopilar información desde fuentes relacionadas con el área de estudio, para su posterior análisis y consolidación de los informes del estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva.

El estudio contó con la participación de expertos temáticos quienes contribuyeron en la validación de los contenidos analizados y la construcción de conclusiones y recomendaciones finales.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ivette Ortiz Montenegro

INGENIEROS

Mary Aranda Cabezas
Jorge Córdova Añasco

EXPERTOS

Alejandro Sáez Carreño
Franco Perazzo Maggi



OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Identificar y analizar el desarrollo de las tecnologías de biodigestión de residuos agrícolas y equipos de uso del biogás, con potencial aplicación en el sector agrario, agroalimentario y forestal enfocado a pequeños y medianos productores, en cumplimiento con la reglamentación nacional existente.

1

Identificar, analizar, caracterizar y sistematizar las tecnologías de generación de biogás para las diferentes dimensiones de proyectos de la pequeña y mediana agricultura de Chile que se estén investigando y/o desarrollando y/o nuevas tecnologías protegidas a nivel nacional e internacional.

2

Identificar, caracterizar y sistematizar los equipos de uso y/o consumo (generación eléctrica, térmico y/o cogeneración) de biogás para las diferentes dimensiones de proyectos de la pequeña y mediana agricultura de Chile disponibles en el mercado nacional e internacional, identificando los requerimientos de certificación que deben cumplir, ya sea en su país de origen y/o en los países de su comercialización, así como las exigencias nacionales para su implementación.

3

Evaluar la aplicabilidad técnica y la factibilidad económica de implementar estas tecnologías (generación y uso del biogás) en la pequeña y mediana agricultura chilena considerando los diferentes tamaños de proyectos, tipo de sustratos, las especificidades climáticas (macro zonas), así como el cumplimiento del reglamento nacional.

CONTENIDO

1.- Generalidades del área de estudio	4
1.1 Definición general	5
1.2 Producción y utilidad del biogás	5
1.3 Tecnología apropiada y beneficios para el pequeño y mediano agricultor	5
2.- Tecnologías de generación de biogás	7
2.1 Vigilancia Tecnológica	8
2.2 Investigaciones sobre producción de biogás	8
2.3 Tendencias de investigación	10
2.4 Líderes en investigación	12
2.5 Tecnologías sobre producción de biogás	13
2.6 Tendencias en desarrollo tecnológico	14
2.7 Líderes en desarrollo tecnológico	15
2.8 Panorama científico y tecnológico en tecnología de biodigestión anaeróbica: ¿Como está Chile?	16
2.9 Posibles soluciones para la generación de biogás	18
3.- Equipos de uso y consumo de biogás	26
3.1 Aplicaciones para el uso y consumo de biogás	27
3.2 Equipos de generación eléctrica "Generadores"	28
3.3 Equipos de generación eléctrica "Grupos electrógenos"	29
3.4 Equipos de cogeneración "Equipos CHP"	30
3.5 Equipos de cogeneración "Microturbinas"	31
3.6 Equipos para la generación de calor	32
3.7 Equipos para la generación de frío	33
3.8 Equipos para calentamiento de agua de uso industrial	34
3.9 Calderas para generar vapor de baja presión	35
3.10 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Calefont"	36
3.11 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Lámparas"	37
3.12 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Cocinas"	38
3.13 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Quemadores"	39
3.14 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Ollas"	40
3.15 Equipos electrodomésticos de consumo de biogás "Refrigeradores"	41
4.- Evaluación de la aplicabilidad técnica y económica	42
4.1 El modelo	43
4.2 Escenarios	44
4.3 Escenario 1	45
4.3.1 Supuestos	45
4.3.2 Resultados	46
4.4 Escenario 2	47
4.4.1 Supuestos	47
4.4.2 Resultados	48
4.5 Escenario 3	49
4.5.1 Supuestos	49
4.5.2 Resultados	50
4.6 Escenario 4	51
4.6.1 Supuestos	51
4.6.2 Resultados (Complete Mix Reactor)	52
4.6.4 Resultados (Plug Flow Reactor)	53
5.- Comentarios finales	54
6.- Anexos	60
7.- Referencias	63

1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO



1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

A continuación se presenta una descripción del área de estudio y su impacto en la pequeña y mediana agricultura nacional¹.

DEFINICIÓN GENERAL

El biogás es un combustible gaseoso renovable, obtenido a partir de la digestión anaeróbica de residuos biodegradables.

El biogás producido por la degradación de la biomasa se compone principalmente de metano (CH₄), con una concentración que oscila entre un 50% y un 75% en promedio [16]. El resto corresponde a dióxido de carbono (CO₂) con una concentración de 30% a 45%, además de trazas de ácido sulfhídrico (H₂S), hidrógeno (H₂) y otros contaminantes, como por ejemplo siloxanos [1].

PRODUCCIÓN Y UTILIDAD DEL BIOGÁS

La producción de biogás se realiza en ausencia de oxígeno, en reactores herméticos llamados biodigestores, los cuales son alimentados con materia orgánica (residuos como purines, restos vegetales y animales, etc.), y en los que se mantienen condiciones ambientales controladas de temperatura, nivel de acidez y cantidad de materia orgánica dosificada en el tiempo, a fin de favorecer su descomposición y el crecimiento bacteriano [2].

A través de la combustión de la fracción de metano el biogás puede utilizarse para la generación de energía térmica, eléctrica, para la generación simultánea de ambas (cogeneración). También se puede utilizar como sustituto de otros combustibles tales como el gas natural, GLP, o incluso leña.

Las tecnologías para la utilización de biogás no difieren significativamente de las usadas para otros combustibles, siempre y cuando haya sido tratado adecuadamente.

TECNOLOGÍA APROPIADA Y BENEFICIOS PARA EL PEQUEÑO Y MEDIANO AGRICULTOR

La producción de biogás ha experimentado un interés creciente en las últimas décadas [3], considerando que es una tecnología de fácil implementación en los sectores de producción agrícola, en particular para la agricultura de pequeña escala.

En este ámbito, si bien se observa que existen diversos tipos de tecnologías de biodigestores y configuraciones posibles, la tecnología apropiada para la producción de biogás dependerá del tipo de sustrato empleado, de sus condiciones, características y cantidad disponible, entre otras variables tales como, temperatura ambiente, humedad, etc.

En general, las tecnologías para la generación y uso de biogás que aplican para pequeños y medianos agricultores corresponden a:

- Generación de biogás: Biodigestores tipo bolsa, Laguna cubierta, Flujo pistón y Mezcla completa.
- Uso del biogás generado: Generación eléctrica, Cogeneración, Generación de calor o frío, Equipos para calentamiento de agua y Electrodomésticos.

¹ En el anexo 1 y 3 del Informe Final se presentan los aspectos metodológicos que han sido considerados para el desarrollo del estudio de Vigilancia Tecnológica.

1. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

La instalación de sistemas para la generación y uso de biogás posee una serie de ventajas para los pequeños y medianos productores agropecuarios. Dentro de estas ventajas se destacan:

- 1** Permite producir electricidad/calor con el aprovechamiento del biogás obtenido en un biodigestor anaeróbico [4]. Este aprovechamiento puede suplir la demanda energética de todas las actividades del predio [5], mediante el uso de equipos como generadores eléctricos, cogeneradores, sistemas de calefacción, sistemas de enfriamiento, electrodomésticos, etc.
- 2** Permite producir abono orgánico (biol) de alta calidad nutricional para el crecimiento de las plantas [5].
- 3** Permite controlar y reducir los malos olores [4], además de bacterias, parásitos insectos y hongos (antibióticos) contenidos en los purines.
- 4** Permite reducir la contaminación dentro del predio, ya que convierte los desechos animales en residuos útiles, como es el caso del abono foliar orgánico que sirve como alternativa ecológica para la fertilización natural [5], mejorando el suelo por su aporte de materia orgánica.
- 5** Permite disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, generando procesos productivos más amigables con el medio ambiente.
- 6** Permite reducir la contaminación fuera del predio, por ejemplo en ríos, lagos u otras fuentes de agua, donde podrían verterse los residuos que son utilizados para la generación del biogás [6].

Adicionalmente, la implementación de sistemas para la generación y uso de biogás generan beneficios no tan sólo para el productor agropecuario, sino que también para la comunidad en donde se encuentra la operación. Mejoran la calidad de vida de las personas que vive o realizan actividades en los alrededores de los predios, al permitir mejoras medioambientales en aspectos altamente relevantes como el manejo de olores e insectos. Esto permite visibilizar la actividad productiva, en muchos casos criticada por los efectos adversos.

2. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE BIOGÁS



2. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial en los últimos 5 años, las tendencias, tecnologías emergentes; además, los países y principales instituciones líderes que pueden apoyar el desarrollo de tecnologías de generación de biogás desde el ámbito científico y tecnológico.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

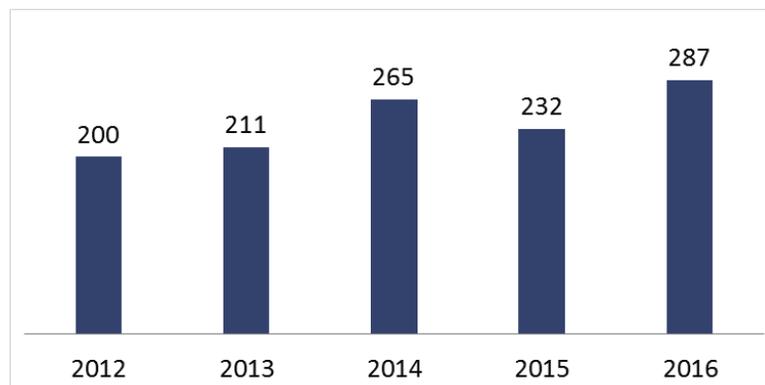
La vigilancia tecnológica se define como un “Proceso organizado, selectivo y permanente de captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios”, todo ello con el fin de generar ventajas competitivas.

En este sentido, los resultados del Estudio de Vigilancia Tecnológica que se presentan a continuación están orientados al análisis del desarrollo científico y tecnológico de tecnologías de generación y uso de biogás para la dimensión de proyectos de la pequeña y mediana agricultura chilena, para lo cual se realiza una revisión exhaustiva de aquella información más relevante contenida en bases de datos de publicaciones científicas (Scopus) y bases de datos de tecnologías (USPTO, EPO, WIPO).

INVESTIGACIONES SOBRE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

El análisis cuantitativo de las investigaciones generadas a nivel mundial en el periodo 2012-2017 muestra un intenso trabajo en el área de digestión anaeróbica para la producción de biogás, identificándose un total de 1.402 investigaciones.

Dentro de este volumen de información es posible apreciar un ligero crecimiento de la investigación científica en el período 2012- 2016, tal como muestra la figura siguiente:



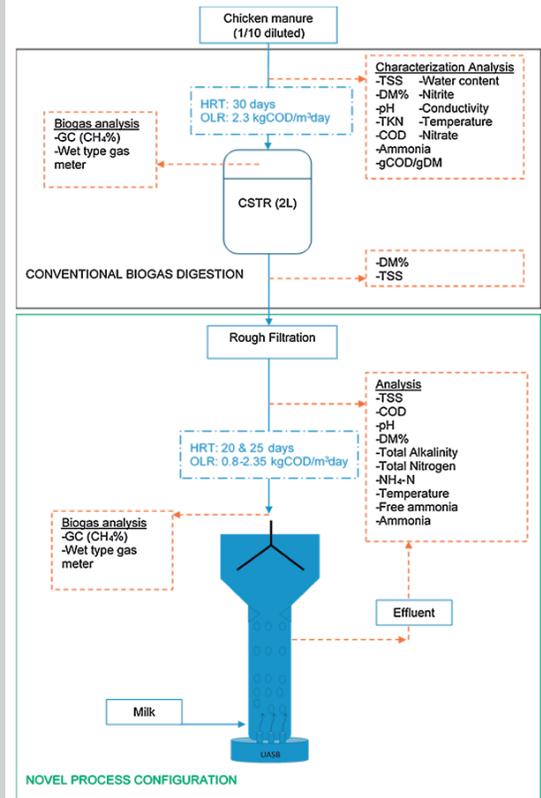
Fuente: Elaboración propia, IALE Tecnología Chile SpA.
A partir de bases de datos Scopus.

TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

Nuevas configuraciones de biodigestores

Investigaciones que buscan maximizar la valorización de residuos y mejorar la producción de biogás. Incluye la utilización de un biodigestor de mezcla continua (CSTR) en combinación con un biodigestor anaerobio de flujo ascendente (UASB), y la utilización de una configuración en serie de biodigestores CSTR.

Ver: <https://goo.gl/c6SaSX> | <https://goo.gl/HNW4zP>



Monitoreo remoto de la producción de biogás

Investigación que describe un biodigestor completamente automatizado, el cual es capaz de monitorear de forma remota la temperatura, pH, velocidad de carga y consumo de energía, entre otros. Parámetros operacionales esenciales para maximizar la eficiencia del proceso, aumentar la estabilidad y evitar fallas del sistema.

Ver: <https://goo.gl/xuoJ1i>

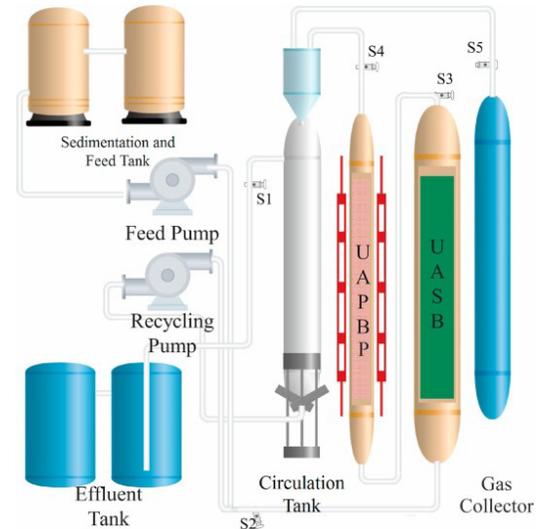


TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

Digestión anaeróbica asistida

Procesos utilizados para mejorar el tratamiento de estiércol animal. Específicamente, proceso de digestión anaeróbica asistido por extracción intermitente al vacío (Intermittent-vacuum stripping - IVS) y proceso de digestión anaeróbica asistido por fotosíntesis.

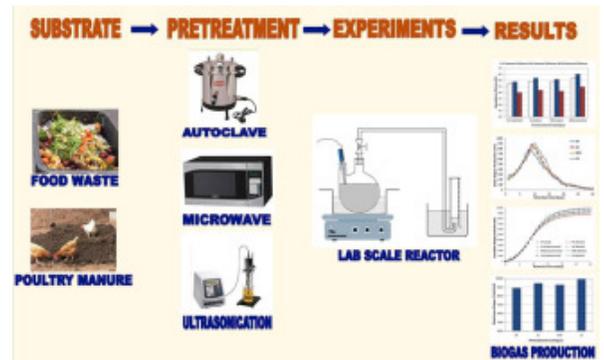
Ver: <https://goo.gl/SY6CKt> | <https://goo.gl/5AmFpo>



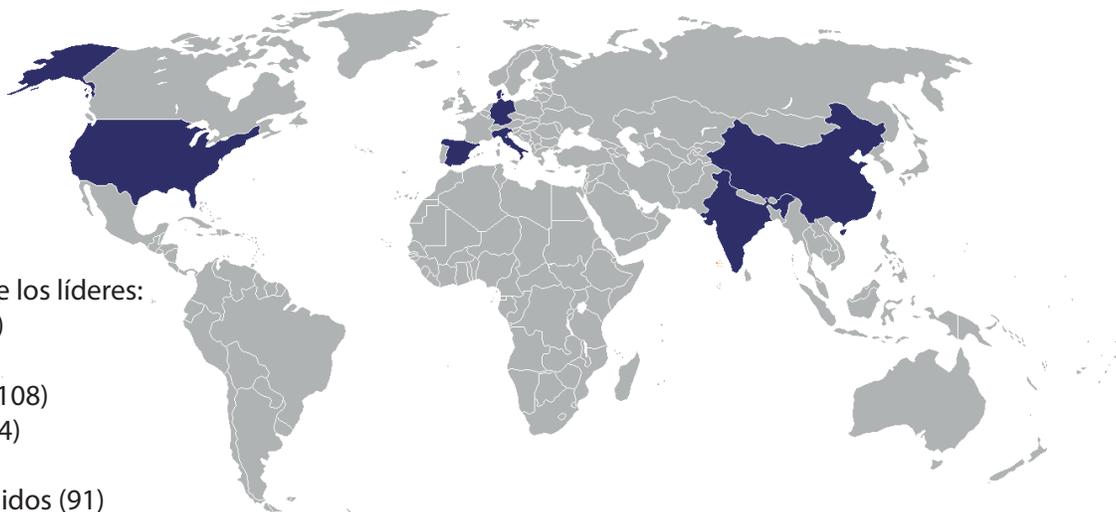
Pretratamiento de sustratos con ultrasonido

Para aumentar la eficiencia de producción de biogás, el residuo se puede co-digerir con otros residuos o bien aplicar pretratamientos al sustrato, antes de iniciar la digestión anaeróbica. En este sentido, las investigaciones presentadas muestran que la aplicación de pretratamientos con ultrasonido mejora considerablemente la producción de biogás.

Ver: <https://goo.gl/6ps81t> | <https://goo.gl/CXjhLB>



LÍDERES EN INVESTIGACIÓN



Ubicación de los líderes:

- China (281)
- India (109)
- Alemania (108)
- España (104)
- Italia (99)
- Estados Unidos (91)
- Dinamarca (72)

Fuente: Elaboración propia, IALE Tecnología Chile SpA.
A partir de bases de datos Scopus.



Institución: China Agricultural University

Colaboradores:

Tsinghua University
Ministry of Agricultura – China
University of Guelph

URL: <http://www.cau.edu.cn/>



Institución: Ministry of Agriculture

Colaboradores:

Chinese Academy of Science
University of Guelph
China Agricultural University

URL: <http://english.agri.gov.cn/>



Institución: Aarhus University

Colaboradores:

University of Southern Denmark
Technical University of Denmark
University of Copenhagen
Diponegoro University

URL: <http://www.au.dk/en/>



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

Institución: Chinese Academy of Science

Colaboradores:

Lanzhou University of Technology
Ministry of Agricultura – China

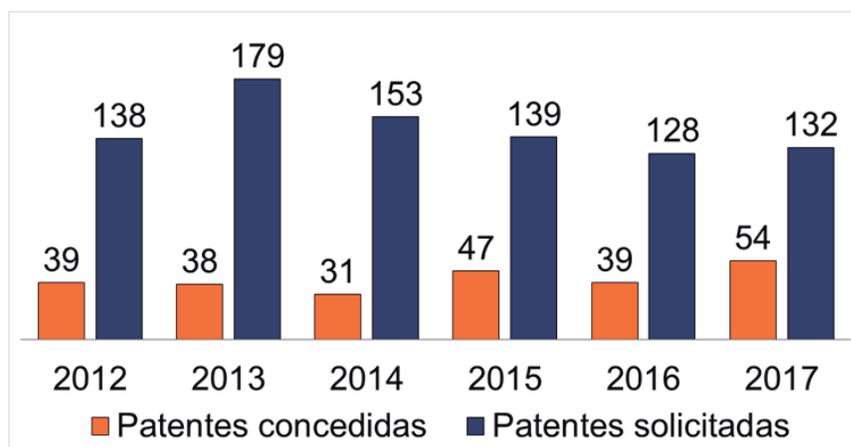
URL: <http://english.cas.cn/>

2. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

TECNOLOGÍAS SOBRE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Los principales hallazgos sobre el panorama tecnológico, evidenciado a través de patentes publicadas en bases de datos de Estados Unidos (USPTO), Europa (EPO) y de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), muestran un importante interés en el área, identificándose 1.117 tecnologías.

Dentro de este volumen de información es posible apreciar un comportamiento de desarrollo estable en el período analizado, con un incremento del 11% en el 2017, respecto del año anterior.



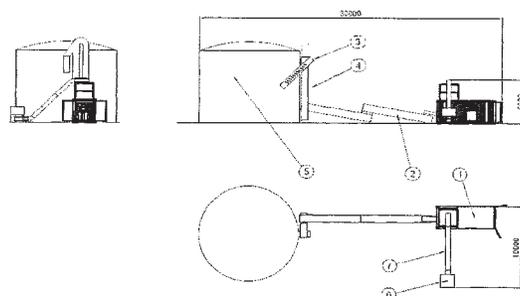
Fuente: Elaboración propia, IALE Tecnología Chile SpA.
A partir de bases de datos USPTO, EPO y WIPO.

TENDENCIAS EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

Nuevos métodos para el procesamiento de biomasa

Tecnologías donde se describen nuevos métodos para el procesamiento de distintos tipos de biomasa, que implican la utilización de técnicas para la conversión de lignocelulosa y su descomposición, así como también la posibilidad de convertir la biomasa en productos para la alimentación animal.

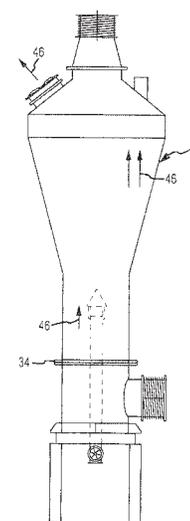
Ver: <https://goo.gl/2g5zsJ>



Nuevas técnicas para la producción de biogás

Tecnologías que involucran la aplicación de procesos de torrefacción de biomasa mediante un reactor de lecho fluidizado y la utilización de sistemas de calentamiento para el biodigestor.

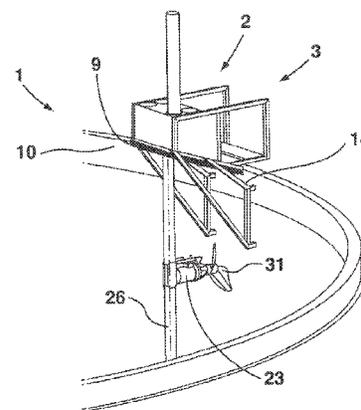
Ver: <https://goo.gl/J8wtCb>



Mezcladores con agitadores giratorios

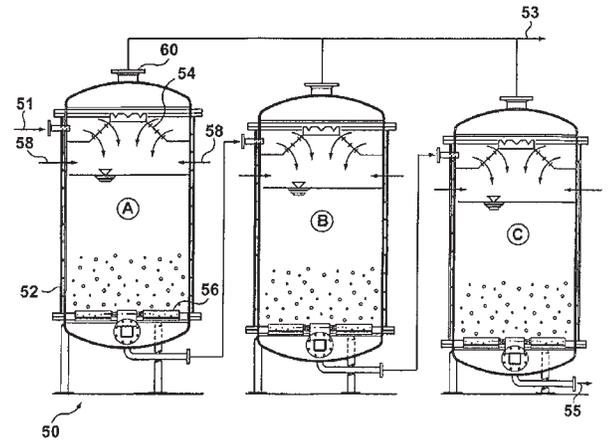
Tecnología que involucra un biodigestor y un dispositivo de servicio que permite el ingreso al interior del biodigestor para labores de mantenimiento, en particular para el mantenimiento de los sistemas mezcladores en tanques de mezcla completa (complete mix reactor).

Ver: <https://goo.gl/bEnw3n>



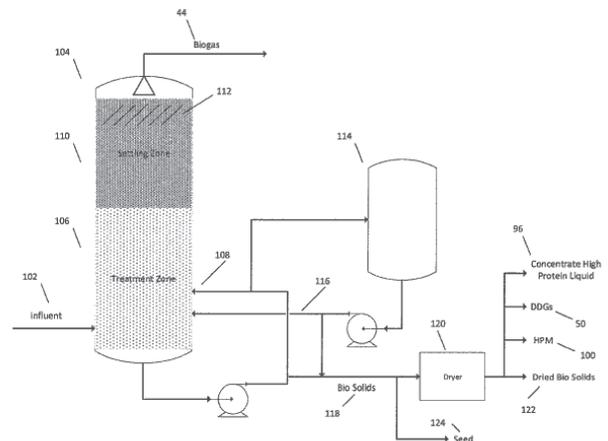
Obtención de fertilizantes a partir del uso de biodigestores

Tecnologías que involucran la utilización de biodigestores anaeróbicos para la recuperación de fibras, sólidos o líquidos de alto contenido nutritivo para su aplicación en agricultura. Los sólidos y líquidos obtenidos pueden ser utilizados como fertilizantes para apoyar el crecimiento de las plantas.
Ver: <https://goo.gl/EZo5Tp>



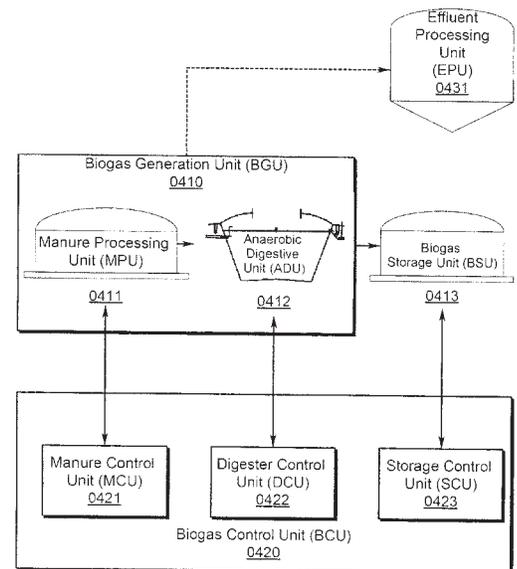
Procesamiento de desechos vegetales de descarte para su conversión en biogás

Tecnología que involucra un método para procesar granos de descarte e incorporarlos en un digester anaeróbico, convirtiendo al menos algunos compuestos solubles en biogás.
Ver: <https://goo.gl/nWmXfM>



Sistemas de gestión asistidos por un computador

Tecnologías que involucran la utilización de algoritmos y software para la gestión integral de los sistemas de producción y uso de biogás en una granja, en particular para predios ganaderos que se encuentran ubicados en zonas rurales y/o aisladas.
Ver: <https://goo.gl/LpmWy6>



LÍDERES EN DESARROLLO TECNOLÓGICO



Ubicación de los líderes:

- Estados Unidos (460)
- Canadá (86)
- Alemania (67)
- Dinamarca (49)
- Holanda (48)

Fuente: Elaboración propia, IALE Tecnología Chile SpA. A partir de bases de datos USPTO, EPO y WIPO.

A continuación, se presentan las tres empresas con mayor número de desarrollos tecnológicos asociados a tecnologías de biodigestión para la generación de biogás.

Xyleco

Xyleco Inc.

Esta empresa de base biotecnológica, con sede en Wakefield, Massachusetts (Estados Unidos), se destaca por poseer una serie de patentes asociadas con sistemas para el procesamiento, tratamiento y conversión de biomasa

URL: <https://www.xyleco.com/>

Anaergia

Anaergia Inc.

Empresa canadiense que se especializa en soluciones para granjas y procesadores de alimentos, que requieren reducir los costos de eliminación de desechos y proporcionar generación de energía en el sitio.

URL: <http://www.anaergia.com/>

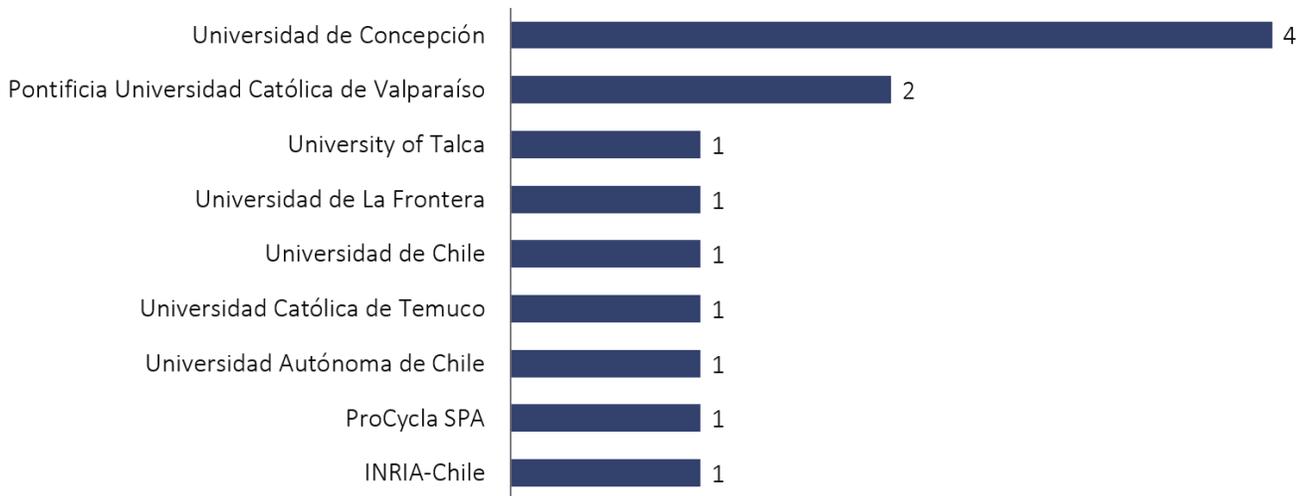
novozymes®

Novozymes AS

Empresa global de soluciones biotecnológicas con sede en Copenhague, Dinamarca, y que posee operaciones en varios países alrededor del mundo, dentro de los cuales se encuentran China, India, Brasil, Argentina, Reino Unido, Estados Unidos y Canadá.

URL: <https://www.novozymes.com/en>

PANORAMA CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN TECNOLOGÍA DE BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA: ¿COMO ESTÁ CHILE?



Instituciones nacionales presentes en el desarrollo científico asociado a las tecnologías de biodigestión anaeróbica

Fuente: Elaboración propia, IALE Tecnología Chile SpA. A partir de bases de datos Scopus.



Asociada a las tecnologías de biodigestión anaeróbica, a nivel nacional se identificaron 11 publicaciones en el período 2012 -2017.



En el desarrollo científico nacional participan mayoritariamente universidades, donde destaca la Universidad de Concepción con 4 publicaciones.



Los trabajos identificados cuentan con la colaboración de instituciones internacionales de países como España, India, Estados Unidos, Brasil y Colombia.

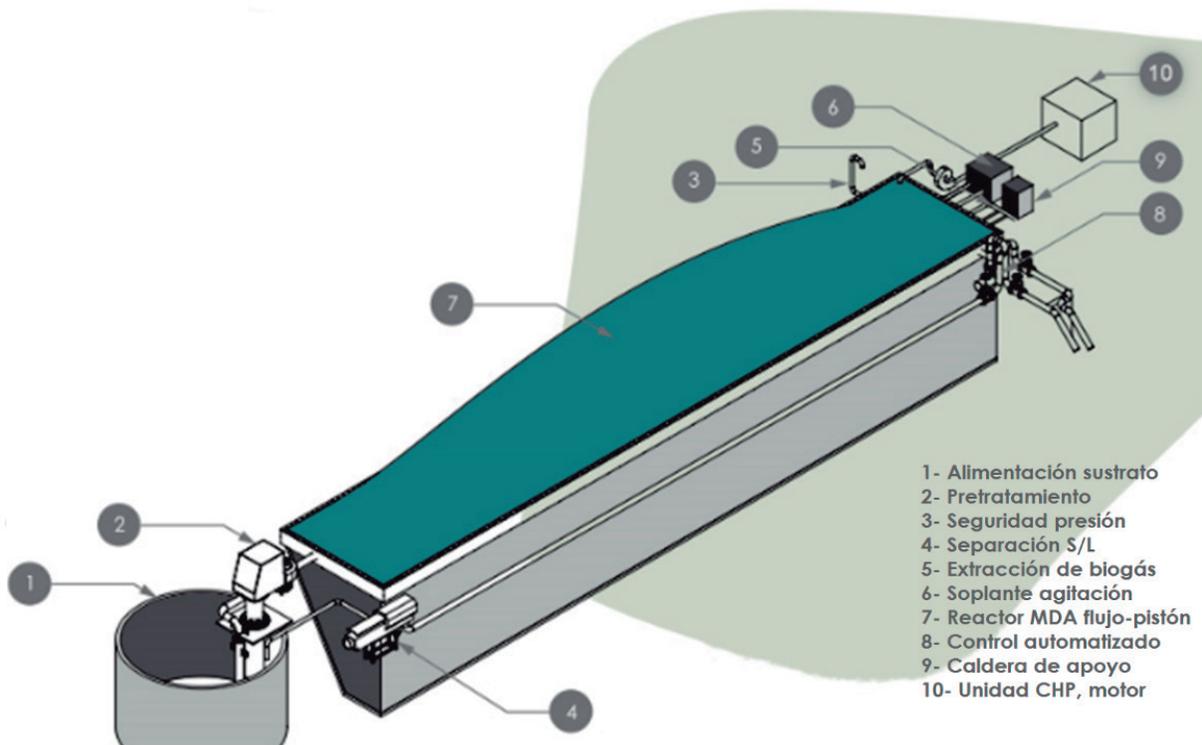
Entre los resultados identificados a nivel de investigaciones, se encuentran los trabajos de la empresa ProCycla.



ProCycla es una empresa hispano chilena dedicada al tratamiento de residuos orgánicos, hidroponía, depuración de aguas y gases.

ProCycla ha diseñado y desarrollado un digestor anaerobio, llamado Módulo de Digestión Anaerobia (MDA)

- Reactor en "Fujo-pistón modificado"
- Sistema de control predictivo
- Digestato residual con alto contenido de nutrientes



Módulo de Digestión Anaerobia (MDA) ProCycla
Fuente: <http://www.procycla.com/>

- El volumen de patentes sobre nuevas tecnologías para la generación de biogás a partir de desechos de la agroindustria, es significativamente menor en relación al volumen de patentamiento internacional.
- En el período 2012 - 2017 se identificaron 13 patentes relacionadas con el área de interés.
- Sólo 4 de las 13 patentes identificadas corresponden a solicitudes realizadas por instituciones nacionales, mientras que las 9 restantes han sido solicitadas por empresas internacionales.



POSIBLES SOLUCIONES PARA LA GENERACIÓN DE BIOGÁS PARA LAS DIFERENTES DIMENSIONES DE PROYECTOS DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA CHILENA

Tomando en consideración las tecnologías específicas para la generación de biogás identificadas a partir del análisis tecnológico internacional, a continuación, se realiza una descripción de las principales familias de biodigestores (reactores), para dimensión de proyectos de la pequeña y mediana agricultura chilena.

El informe final de la consultoría ESTUDIO ULE-2017-074 "VIGILANCIA TECNOLÓGICA CON ENFOQUE EN TECNOLOGÍAS DE BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA Y EN EQUIPOS DE CONSUMO DE BIOGÁS PARA EL SECTOR AGROPECUARIO NACIONAL", presenta un nivel de detalle mayor para cada uno de los tipos de tecnología de biodigestión anaeróbica.

REACTOR DE MEZCLA COMPLETA RMC (COMPLETE STIRRED TANK REACTOR CSTR)



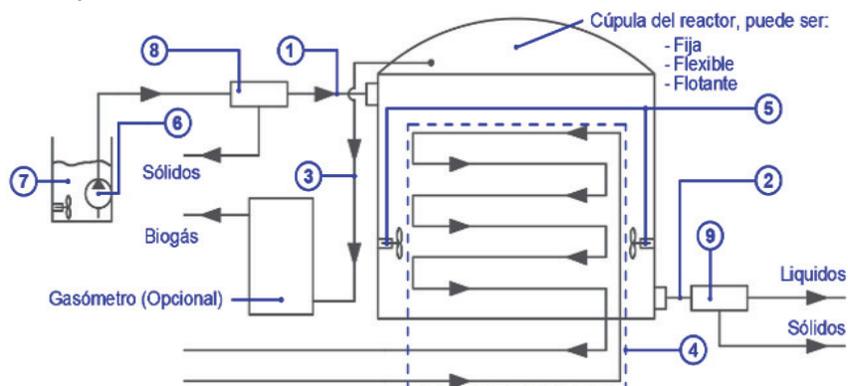
Principales características:

- Generalmente consisten en estanques verticales de sección circular aislados del suelo.
- Su construcción puede ser en acero u hormigón armado.
- Techo o tapa del estanque puede ser una fija, una tapa flexible inflable o una cubierta flotante (Todos deben ser completamente herméticos).
- Se pueden diseñar y construir para diversos volúmenes, incluso por sobre 3.000 m³, pero esto último no se recomienda.
- Velocidad de carga orgánica en el rango de 1 a 3 [kgSV/m³ día].

Biodigestor RMC - Centro Educacional Agroalimentario SEPADE, Negrete, Chile.

Funcionamiento

- Estos reactores pueden ser utilizados de forma continua, semicontinua o discontinua.
- En general operan con un afluente con 3 a 10 % de sólidos, pero el rango más habitual corresponde entre 6 a 8%.
- Para el ingreso de los sustratos se puede contar con una bomba o bien se puede diseñar el sistema para que opere por gravedad.
- La mayoría opera en el rango entre 25 a 45 °C, preferiblemente 35°C. Además, el intercambiador de calor debe controlar la temperatura de forma que no existan fluctuaciones mayores a 0,55 °C, por lo que en ocasiones se requiere de un buen aislamiento.



Fuente: Elaboración propia. IALE Tecnología

Componentes requeridos

1. Tubería afluente.
2. Tubería efluente.
3. Tubería Biogás.
4. Sistema de calefacción (Intercambiador de calor).
5. Sistema de mezclado mecánico o neumático.
6. Bomba sustrato (Opcional, el sistema puede operar por gravedad)
7. Tanque de mezclado de sustratos (Opcional)
8. Separador de sólido afluente (Opcional, depende de la cantidad de sólidos contenidos en la carga orgánica)
9. Separador de sólidos efluentes (Opcional)

Elementos de seguridad

1. Válvulas de alivio vacío.
2. Válvulas de sobrepresión.
3. Arrestallamas.
4. Filtro biogás. (Para eliminación de gases sulfhídricos)
5. Válvulas anti retornos de gas.
6. Llama piloto permanente de quemado.
7. Sensores de fuga (biogás).
8. Ventana de inspección.

.

Ejemplos de instalaciones para pequeña y mediana agricultura:

1. Fundo Maipue en Purranque, Chile, utiliza un biodigestor tipo bolsa, que permite producir 0,5 m³ de biogás al día, a partir de 20 kilogramos de desechos orgánicos. Este biogás es utilizado para la producción de calor para uso domiciliario, permitiendo ahorros en leña. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/9YZFi1>

2. Biodigestor familiar en Ypacaraí, Paraguay, desarrollado por el Consejo de Aguas de San Bernardino. Consiste en un biodigestor tipo bolsa de 5 metros de largo, enterrado a 50 centímetros de la superficie. Con una inversión aproximada de US\$620, produce 85 kg de biogás al día, los que sirven para cocinar durante 3 horas. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/VgxQJu>

3. La Asociación Evangélica de Ayuda para el Desarrollo Comunal en Perú, implementó un biodigestor de geomembrana de PVC de 10m³, que con una Inversión aproximada de US\$2.000, permite producir entre 1 y 2 m³ de biogás al día, además de 80 litros de biofertilizante para pastos que sirven de alimento para el ganado. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/zzRU1q>

4. Rancho lechero "El Tarasco" Oaxaca, en México, utiliza un biodigestor tipo bolsa de 40 m³ para un plantel de 50 vacas lecheras, con una inversión aproximada de US\$4.700 para el biodigestor. Esto le permite ahorrar aproximadamente US\$180 mensuales en combustibles. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/Ei5LYD>

REACTOR DE FLUJO PISTÓN O CONTINUO (PLUG FLOW REACTOR PFR)

Principales características:

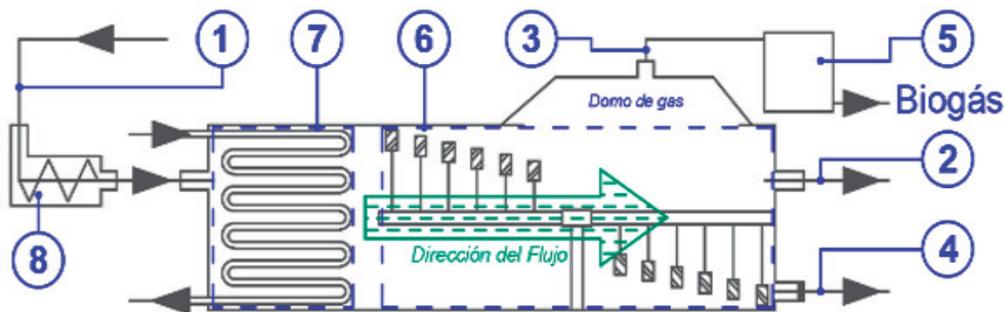
- Generalmente son tubos horizontales cilíndricos o cuadrados.
- Construcción en acero u hormigón armado.
- Pueden estar enterrados y contar con techo rígido, flotante o flexible.
- Volúmenes máximos entre 800 a 1.000 [m³].
- Velocidad de carga superiores a 5 [kgSV/m³dia].



Biodigestor de Flujo Pistón - Universidad Estatal de Michigan, Estados Unidos.

Funcionamiento

- Son apropiados para procesos continuos, pero también pueden ser utilizados de forma semicontinua.
- El biodigestor realiza la digestión a medida que los sustratos avanzan longitudinalmente. Es muy útil para un alto contenido de sólidos (sobre 12%), pero se puede utilizar para un gran rango de concentración, por lo cual el tiempo de retención hidráulico varía según el tipo de componente (entre 12 a 80 días), pero típicamente operan con TRH alrededor de 20 días.
- Se debe controlar la temperatura mediante un intercambiador de calor evitando fluctuaciones mayores a 1 °C/día, habitualmente operan en el rango entre 35 a 40 °C, aunque se puede encontrar algunos que operan entre 55 a 60 °C.
- Dependiendo de la concentración de sólidos puede requerir de una bomba de sustratos, variando el tipo de esta según la concentración de sólidos



Fuente: Elaboración propia. IALE Tecnología

Componentes requeridos

1. Tubería Afluente.
2. Tubería Efluente.
3. Tubería Biogás.
4. Tubería Desobstrucción.
5. Tanque de Almacenamiento de Biogás.
6. Sistema de Agitación Transversal.
7. Sistema Intercambiador de Calor.
8. Tornillo Sin Fin (Alimentación para alto contenido de sólidos, para sustratos con mayor contenido de agua se puede optar por bombas). [Opcional]

Elementos de seguridad

1. Válvulas de alivio vacío.
2. Válvulas de sobrepresión.
3. Arrestallamas.
4. Filtro biogás. (Para eliminación de gases sulfhídricos)
5. Válvulas antirretornos de gas.
6. Llama piloto permanente de quemado.
7. Sensores de fuga (biogás).
8. Ventana de inspección.

Ejemplos de instalaciones para pequeña y mediana agricultura:

1. Reactor de flujo pistón modular implementado en la Granja Keewaydin, Estados Unidos. Con un tamaño de 100 m³, permite convertir en biogás los desechos obtenidos de 120 vacas lecheras.

Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/t9w7ti>

2. Reactor de flujo pistón implementado en la Granja Jasper Hill, Estados Unidos. Diseñado por la empresa EcoSolutions y construido por la empresa Mountain Air, este biodigestor permite obtener biogás a partir de 45 vacas lecheras utilizadas en la producción de quesos. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/3KAx6N>

BIODIGESTOR TIPO BOLSA



Sistema Biobolsa, México.

Principales características:

- Es el tipo de biodigestor más sencillo. En general, este tipo de biodigestores está orientado a planteles pequeños en donde se produce estiércol de vacas o cerdos.
- Consiste en una manga de material plástico, generalmente polietileno de alta densidad (HDPE) o PVC.
- El sistema se entierra bajo tierra o se dispone sobre la superficie del terreno. Se alimenta de forma semicontinua.
- El tiempo de retención puede variar significativamente dependiendo de la temperatura de operación, pero en general se encuentra en el rango de 30 a 60 días.

Funcionamiento

- El biodigestor realiza el proceso de digestión a medida que los sustratos avanzan dentro de la bolsa por efecto de la gravedad.
- La carga del biodigestor se puede realizar una vez al día de forma manual, para los biodigestores más pequeño, o mediante el uso de maquinaria, cuando la cantidad de sustrato es mayor.
- El biogás generado se conduce a través de una tubería de PVC y puede ser almacenado en un gasómetro o utilizado de forma directa.
- Es posible implementar más de un biodigestor tipo bolsa en paralelo.
- La vida útil de un biodigestor tipo bolsa puede alcanzar los 8 a 10 años en promedio. Sin embargo, también tener una vida útil menor, lo que depende del material que se utilice para su construcción. Los biodigestores de polietileno tienen una vida útil mayor que los de PVC.

Componentes requeridos

1. Membrana de polietileno (HDPE) o PVC.
2. Tubería de polietileno para la conducción de biogas.
3. Válvula de seguridad para controlar la presión.
4. Tubería de descarga del biogás y biol.
5. Techo invernadero (en el caso que el biodigestor se encuentre sobre la superficie).
6. Filtro para purificar el gas.
7. Gasómetro (cuyo tamaño dependerá de la cantidad de biogás producido).
8. En caso que el biodigestor sea enterrado bajo tierra, requerirá la excavación de un pozo, cuyas dimensiones dependerán del tamaño del biodigestor a instalar.

Ejemplos de instalaciones para pequeña y mediana agricultura:

1. Fundo Maipue en Purranque, Chile, utiliza un biodigestor tipo bolsa, que permite producir 0,5 m³ de biogás al día, a partir de 20 kilogramos de desechos orgánicos. Este biogás es utilizado para la producción de calor para uso domiciliario, permitiendo ahorros en leña. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/9YZFi1>
2. Biodigestor familiar en Ypacaraí, Paraguay, desarrollado por el Consejo de Aguas de San Bernardino. Consiste en un biodigestor tipo bolsa de 5 metros de largo, enterrado a 50 centímetros de la superficie. Con una inversión aproximada de US\$620, produce 85 kg de biogás al día, los que sirven para cocinar durante 3 horas. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/VgxQJu>
3. La Asociación Evangélica de Ayuda para el Desarrollo Comunal en Perú, implementó un biodigestor de geomembrana de PVC de 10m³, que con una Inversión aproximada de US\$2.000, permite producir entre 1 y 2 m³ de biogás al día, además de 80 litros de biofertilizante para pastos que sirven de alimento para el ganado. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/zzRU1q>
4. Rancho lechero "El Tarasco" Oaxaca, en México, utiliza un biodigestor tipo bolsa de 40 m³ para un plantel de 50 vacas lecheras, con una inversión aproximada de US\$4.700 para el biodigestor. Esto le permite ahorrar aproximadamente US\$180 mensuales en combustibles. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/Ei5LYD>

BIODIGESTOR LAGUNA CUBIERTA

Principales características:

- Es un sistema hermético donde se lleva a cabo la reacción de descomposición anaerobia de la materia orgánica y la formación de biogás.
- Consiste en una piscina de purín (estiércol) cubierta por una membrana o alguna cubierta flotante, la que llega hasta el límite del líquido previniendo el escape del gas acumulado a la atmosfera.
- Los tiempos de retención hidráulica para este tipo de biodigestor va desde los 35 días en las zonas más cálidas a 60 días en las más frías.
- Junto con los biodigestores de bolsa, son los menos costosos de instalar y posee bajas dificultades de operación.
- En general, se utilizan para convertir en biogás los estiércoles producidos en planteles de vacas y cerdos.



CET Gendarmería Osorno - Biotecsur, Chile.

Funcionamiento

- Los sustratos avanzan dentro del biodigestor por efecto de la gravedad.
- La carga del biodigestor es semi-continua. Es decir, se carga de estiércol una vez al día o una cierta cantidad de días a la semana.
- Funciona a temperatura ambiente.
- Se pueden instalar 2 o más biodigestores de laguna cubierta en paralelo.
- La vida útil de las geomembranas es superior a los 20 años y en general, poseen garantía de 10 años por parte de los proveedores, aunque esta varía dependiendo del tipo de material. Las más durables corresponden a las membranas EPDM, seguidas por las HDPE y finalmente las de PVC.

Componentes requeridos

1. Inicialmente requiere movimiento de tierras y obras civiles (excavación de pozo).
2. Membranas EPDM, HDPE o PCV.
3. Tubería del influente de PVC.
4. Tubería de conducción de biogás de PVC.
5. Tubería del efluente de PVC.
6. Tubería de extracción de sólidos de PVC.
7. Medidor de biogás (opcional).
8. Filtro de retención de ácido sulfhídrico.
9. Quemador de biogás.
10. Gasómetro.

Ejemplos de instalaciones para pequeña y mediana agricultura:

1. Biodigestor agro-domiciliario Río Negro (Chile), construido por la empresa Biotecsur, permite producir 0,5 m³ de biogás al día a partir del estiércol generado por 20 cerdos. Al biogás generado se le da un uso domiciliario (cocina). Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/qLhETZ>
2. Biodigestor de laguna cubierta de 4 m³, implementado en la granja Nambí de Nicoya, Costa Rica, que con una inversión aproximada de US\$660, permite producir biogás a partir del estiércol generado por 18 cerdos. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/PCKkrR>
3. Biodigestor de laguna cubierta implementado por la empresa Biotecsur en el Fundo El Coique (Chile), donde a partir del estiércol producido por un platel de 80 vacas, se generan 15 m³ de biogás al día, utilizados en la generación de agua caliente para la limpieza de salas de ordeña. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/dT4Rmd>
4. Biodigestor de laguna cubierta de 90 m³, implementado por la empresa Cidelsa en la granja porcina de Isamisac, Perú, que con una inversión aproximada de US\$6.500, permite producir 24 m³ de biogás al día, el que es utilizado para la calefacción de los establos de cerdos. Ver más información en el siguiente enlace: <https://goo.gl/Q5XQ9h>

3. EQUIPOS DE USO Y CONSUMO DE BIOGÁS PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS OPERACIONES AGRÍCOLAS.



APLICACIONES PARA EL USO Y CONSUMO DEL BIOGÁS

La disponibilidad actual de equipos de uso y consumo de biogás no es tan amplia como para equipos que utilizan gas natural o GLP, sin embargo, se observa que para operaciones agrícolas pequeñas y/o medianas, el uso del biogás se ha centrado en la producción de energía eléctrica y la producción de calor o vapor.



Corresponde a la utilización del biogás en equipos como motores para la producción de electricidad que será utilizada en diversas aplicaciones dentro de la operación agrícola.

GENERACIÓN ELÉCTRICA



Corresponde al uso más sencillo que se le puede dar al biogás. La energía térmica puede ser utilizada para cocinas, lámparas, sistemas de calefacción, etc., y tienen aplicación tanto para la operación agrícola como para su utilización a nivel domiciliario.

PRODUCCIÓN DE CALOR O VAPOR



La cogeneración es la producción simultánea de electricidad y calor, donde el calor que normalmente se desperdicia en la generación de energía convencional se recupera como energía útil, lo que evita las pérdidas que de otro modo se producirían por la generación separada de calor y electricidad.

SISTEMAS COMBINADOS DE CALOR Y ELECTRICIDAD

A continuación, se presentan las fichas de una serie de equipos asociados a las aplicaciones de uso y consumo de biogás, los cuales se clasificaron de acuerdo a la siguiente estructura:

- Equipos de generación eléctrica: Motores
- Equipos de cogeneración: Equipos CHP (Combined Heat and Power) y Microturbinas.
- Equipos para la generación de calor o frío.
- Equipos para calentamiento de agua o generación de vapor a baja o alta presión.
- Equipos electrodomésticos: Calefont, Lámparas, Cocinas, Refrigerador.

EQUIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA “GENERADORES”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Equipos generadores funcionando a biogás y duales, es decir, que pueden ser alimentado con biogás, gas, biodiesel y gasolina, diésel.
- Los generadores de 3kW que funcionan con biogás producen electricidad de 220V.
- Pueden alimentar equipos y electrodomésticos domiciliarios, así como también equipos y maquinaria industrial.
- Consumo de combustibles: Dependiendo del modelo consumen entre 0,48 m3/h y 3,5 m3/h (aprox.).
- Potencia aprox.: entre 5 kW y 50 kW.
- Algunos de los equipos identificados requieren mantenimiento mínimo, el aceite, filtro de aceite y el filtro de aire deben cambiarse una vez al año.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$ 460 - US\$ 6.200.-

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Fossombrone, Italia
E-mail: info@ocrem.it
Web: <http://www.ocrem-generatorunits.com/>



Takamoto Biogas
E-mail: info@takamotobiogas.com
Web: <http://www.takamotobiogas.com>



Aqualimpia Engineering e.K.
Uelzen, Alemania.
E-mail: aqua@aqualimpia.com
Web: <https://www.aqualimpia.com>



Qualitech Engineers.
Gujarat, India.
Tel: +91 – 8071 675708.
Web: <http://www.qualitechengineers.com>



EQUIPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA “GRUPOS ELECTRÓGENOS”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Grupos electrógenos a biogás e híbridos (biogás o GLP).
- Aplicaciones de emergencia, para industria, aplicaciones militares, construcción, telecomunicación, operaciones mineras.
- Permiten ahorro en combustible diésel de un 30% y generan un 30% menos de emisiones de CO₂.
- Potencia: 4,5 kW – 4.600 kW.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Sin información.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

PV4Life GmbH.
Germany
E-Mail: info@pv4life.com.
Web: <http://mobilhybrid.eu>

PV4Life GmbH

Generarg Argentina
E-mail: info@generarg.com
Web: <http://www.generarg.com>

GENERARG

Biotecsur Chile.
E-mail: contacto@biotecsur.cl.
Web: <http://biotecsur.cl>

 **Biotecsur**
www.biotecsur.cl
Diseño de Biodigestores

HIMOINSA.
Murcia, SPAIN.
Web: <http://www.himoinsa.com>

 **HIMOINSA**

EQUIPOS DE COGENERACIÓN “EQUIPOS CHP”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Equipos diseñados para proporcionar calor y energía eléctrica, para aplicaciones industriales pequeñas.
- Potencia eléctrica: entre 1 kWe y 1954 kWe.
- Potencia térmica: entre 1,8 kWt y 716 kWt.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Sin información.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

ENER-G Natural Power Limited
Manchester, UK
E-mail: re@energ.co.uk
Web: www.energ.co.uk



Cleanergy AB
Suecia
E-mail: chp@cleanergy.com
Web: www.cleanergy.com



HEXIS GmbH.
Deutschland
E-mail: info@hexis.com
Web: www.hexis.com



Ingen S.A.
Argentina
E-mail: info@ingen.com.ar
Web: <http://www.ingen.com.ar>



EQUIPOS DE COGENERACIÓN “MICROTURBINAS”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Equipos para la generación de energía eléctrica y térmica de mediana escala.
- Equipos con posibilidad de hacer uso de combustibles mixto (biogás, gas natural, propano, Otros).
- Equipos con capacidad de instalarse individualmente o en configuraciones múltiples.
- Potencia eléctrica nominal aprox.: entre 10 kW y 105 kW.
- Potencia térmica nominal aprox.: 167 kW.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$1.110 y US\$3.100 por cada kW.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

En Chile, proveedor Abastible S.A.
E-mail: rodolfo.clementi@abastible.cl
Web: <https://www.capstoneturbine.com>

Newenco Ltd.
Cheshire, UK.
Tel: +44 (0)1270 768040.
E-mail: enquiries@newenco.co.uk
Web: <http://www.newenco.co.uk>



NewEnCo
The New Energy Company

EQUIPOS PARA LA GENERACIÓN DE CALOR

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Que pueden ser utilizados como calefactor o incubadoras de cerdos y pollos.
- Que son fabricado en acero con quemador de cerámica.
- Combustible utilizado: Biogás, Gas natural, GLP, propano, butano.
- Consumo de combustible: entre 0,15 m³/h y 0,3 m³/h.
- Presión nominal de gas: entre 1,6 kPa y 5 kPa.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Para incubadoras de cerdos y pollos, la altura de instalación desde el suelo debe ser de aproximadamente 1 - 1.5 metros.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$19 - US\$60 por unidad.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Empresa Viogaz
Managua, Costa Rica.
E-mail: info@viogaz.com
Web: <http://www.viogaz.com/>



Takamoto Biogas.
E-mail: info@takamotobiogas.com
Web: <http://www.takamotobiogas.com>



EnergyMet S.A.
México
E-mail: info@energymet.com.mx
Web: www.energymet.com.mx



EQUIPOS PARA LA GENERACIÓN DE FRÍO

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- La oferta de equipos se compone de enfriadores de uso industrial.
- Permiten enfriar aprox. desde 35°C a 7°C en 4 horas (7 veces más rápido que un refrigerador doméstico).
- Capacidad de enfriamiento aprox.: 2.5 y 10 litros.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Sin información.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

SimGas B.V.
The Hague, The Netherlands.
E-mail: info@simgas.org



Our Power

Simons Boiler Co.
Sidney, Australia.
E-mail: info@simonsboiler.com.au



EQUIPOS PARA CALENTAMIENTO DE AGUA DE USO INDUSTRIAL

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Calentador de agua para uso industrial.
- Disponible tanto para calentamiento de agua como generación de vapor a baja y alta presión.
- Calentamiento completo en 14 minutos.
- Consumo de combustible: s/i.
- Potencia nominal: 15-1500 kW.
- Temperatura de salida del agua: entre 30°C y 90°C.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$1.000 – US\$8.000.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Sellers Manufacturing Company
Kentucky - USA.
Tel: 859-236-3181.
E-mail: sales@sellersmfg.com
Web: <https://sellersmfg.com/>



Thermigas Co.
Lamballe, Francia.
Tel: +33 (0)2.96.31.30.40.
E-mail: contact@thermigas.com
Web: <http://www.thermigas.eu/>



CALDERAS PARA GENERAR VAPOR DE BAJA PRESIÓN

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

La oferta contempla:

- Caldera industrial para generar vapor de baja presión, horizontal, de paso múltiple.
- Potencia nominal: 5-150 Hp.
- Presión del vapor: 15 psi (ó 30 psi de agua).

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- La sala o espacio físico donde se instalará la caldera.
- La ventilación.
- El montaje del quemador.
- Las conexiones del agua y del desagüe.
- Las conexiones del combustible.

RANGO DE PRECIOS

- Sin información.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Columbia Boiler Company.
USA
E-mail: boilersales@columbiaboiler.com
Web: <http://www.columbiaboiler.com/mph-boilers.htm>



EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “CALEFONT”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

En la mayoría de los casos poseen:

- Mecanismo para controlar el flujo de agua.
- Sistema de estabilización del flujo de biogás y de la tensión eléctrica.
- Mecanismo de protección para evitar el congelamiento del agua.
- Sistema de detección de llama como protección ante su apagado.
- Protección contra una sobrepresión de agua y/o baja presión de agua.
- Regulador especial para controlar el agua fría y caliente.
- Opcionalmente pueden poseer:
 - Sistema de ahorro de energía.
 - Pantalla LCD .
- Consumo de combustible: 0.4 - 2 m³/hr (app.).
- Potencia nominal: 12-32 kW.
- Presión nominal de gas: 1.6-2.0 kPa.
- Capacidad de calentamiento de agua: 6-16 litros.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Se debe instalar un desulfurizador para su uso con biogás.
- Se debe instalar en una pared.

RANGO DE PRECIOS

- US\$50 - US\$200.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Puxin Technology Co. Ltd.
E-mail: JW@puxintech.com.
Web: www.puxintech.com



Foshan Shunde Wusi Gas Appliance Co. Ltd.
Guangdong, China.
Tel: (86 757) 28675439.
Web: <http://www.globalsources.com/wusi.co>

Daysow Electrical Appliance Co., Ltd.
Guangdong, China
E-mail: daysow@126.com.
Web: <http://www.hrmjyy.com/com/daysow/>

EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “LÁMPARAS”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

- Para iluminación en lugares con acceso limitado a la electricidad. Modelos disponibles para interiores y exteriores.
- Permite reemplazar el uso de combustibles fósiles, baterías y es amigable con el medioambiente.
- Consumo de combustible: 0.12-0.15 m³/hr.
- Potencia: 60-100 W.
- Presión nominal de gas: 1.6 kPa.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Sin información

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Empresa Viogaz
Managua, Costa Rica.
E-mail: info@viogaz.com
Web: <http://www.viogaz.com/accesorios-viogaz.html>

The logo for Viogaz, featuring the word "VIOGAZ" in a stylized, outlined font. The letter "V" is larger and has a blue flame-like graphic element integrated into its right side.

Rupak Enterprises
Delhi, India.
Tel: +917210116104.
Web: <http://www.rupakbiogas.com>



EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “COCINAS”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

- Cocinas para uso doméstico pueden ser de 1 o dos quemadores.
- Existen en diversas medidas.
- Habitualmente fabricadas en acero inoxidable y hierro fundido.
- Consumo de combustible: 0.4-0.8 m³/hr hasta 20m³/hr.
- Presión nominal de gas: 1.6 kPa (aprox.).
- Potencia nominal: 2.8 kWt por quemador (aprox.).

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$10 - US\$1.000

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Empresa Viogaz
Managua, Costa Rica.
Tel: +505 8631-4645.
E-mail: info@viogaz.com
Web: <http://www.viogaz.com/accesorios-viogaz.html>

The logo for Viogaz features the word "VIOGAZ" in a bold, sans-serif font. To the left of the letter "V", there are three stylized blue flames.

Puxin Technology Co. Ltd.
E-mail: JW@puxintech.com
Web: www.puxintech.com



PUXIN

Rupak Enterprises
Delhi, India.
Tel: +917210116104.
Web: <http://www.rupakbiogas.com>



B-sustain Energy Projects Pvt Ltd.
Tamil Nadu, India.
Tel: +91-8071801475.
Web: www.bsustain.in



EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “QUEMADORES”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

- Quemadores u Hornillos para uso doméstico.
- Equipado con válvula de regulación.
- Permite cocinar a nivel doméstico e institucional.
- Consumo de combustible: 0.4 m³/hr (aprox.).
- Potencia nominal: 2.2 kWt (aprox.).

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$23 - US\$32.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

(B)FLAME Alemania.
E-mail: info@be-nrg.com.
Web: <http://www.be-nrg.com>



EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “OLLAS”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

- Olla arrocera que utiliza biogás
- Fabricada en acero inoxidable.
- Capacidades entre 2 litros y 20 litros.
- Peso: 3.0 kg.
- Consumo de combustible: 0.14 m³/hr (aprox.).
- Potencia nominal: 1kWt (para 2 litros).
- Tamaño: 305 x 305 x 335 mm.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$23 - US\$32.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Nideco AS.
Oslo, Norway.
E-mail: info@nideco.no
Web: <http://www.nideco.no/>



EQUIPOS ELECTRODOMÉSTICOS DE CONSUMO DE BIOGÁS “REFRIGERADORES”

EQUIPAMIENTO/FUNCIONAMIENTO

- Diversos modelos de con capacidades desde 40 litros hasta 290 litros.
- Peso: 75 kg modelo 200 litros.
- Consumo de combustible: 1.5 m³/hr (aprox.).
- Potencia nominal: 1,5 kWe.

EXIGENCIAS DE INSTALACIÓN

- Sin información.

RANGO DE PRECIOS

- Rango de precio: US\$ 750 - US\$ 1.000.

INFORMACIÓN DE PROVEEDORES

Shenzhen Sunrise Econergy Co., Ltd.
Guangdong, China.
Web: <http://www.sunrise-econergy.com/>



4. EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA



EL MODELO

En este capítulo se presentan los resultados de la evaluación de aplicabilidad técnica y económica de las tecnologías de generación y uso de biogás, y las condiciones bajo las cuales un proyecto de este tipo resulta beneficioso para la pequeña y mediana agricultura nacional.

Variables consideradas para la evaluación y que afectan la aplicabilidad técnica y factibilidad económica de un proyecto de generación y uso de biogás en una explotación agropecuaria pequeña y/o mediana corresponden a las siguientes:

APLICABILIDAD TÉCNICA	
Nivel de Electrificación	En Chile el nivel de electrificación rural supera el 86%.
Zona Agroclimática	Entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.
Tipo de Sustrato	Purines de vacuno; Purines de cerdo; Excretas de aves; Residuos de origen vegetal.
Nivel de recolección de purines	Bajo en el caso de predios de lecherías y criaderos de cerdos y casi inexistente en predios de vacas de engorda.
Biodigestor	Tipo bolsa; laguna cubierta; estanque de agitación completa; flujo pistón.
Uso del Biogás	Generación eléctrica; cogeneración; generación de calor o frío; calentamiento de agua o generación de vapor; electrodomésticos.
FACTIBILIDAD ECONÓMICA	
Costo de Energéticos utilizados actualmente	GLP (Gas licuado de petróleo); Leña.
Ingresos	Ahorros en el uso de combustibles y electricidad.
Costos Operacionales	Costos asociados al sustrato; Energía utilizada por la planta; Costo asociado al personal; Disposición de los residuos; Insumos de operación.
Inversión	Inversiones en obras civiles; Inversiones en equipos; Inversiones en materiales e instalación del biodigestor.
Financiamiento o Subsidios	Acceso a financiamiento o subsidios para hacer frente al plan de inversiones.

Costos de energéticos considerados en la evaluación

Gas licuado de petróleo: Entre \$926¹ y \$.696 por kilogramo.

Electricidad: \$67 por kWh.

Leña: \$25.000 por m3.

ESCENARIOS

La aplicación del modelo de evaluación considera cuatro escenarios probables:

ESCENARIO 1

Tamaño de operación: Micro



De 1 a 10



De 1 a 30



De 1 a 100

Uso del biogás: Electrodomésticos, Iluminación, autoconsumo.

ESCENARIO 2

Tamaño de operación: Pequeña



De 11 a 30



De 31 a 90



De 101 a 300

Uso del biogás: Motor, Generador pequeño, Calefacción, Electrodomésticos, autoconsumo.

ESCENARIO 3

Tamaño de operación: Pequeña



De 31 a 100



De 91 a 300



De 301 a 500

Uso del biogás: Motor, Generador pequeño, Calefacción, Ordeñadoras, Criadoras, Refrigeración.

ESCENARIO 4

Tamaño de operación: Mediana



De 101 a 300



De 301 a 900



De 501 a 1000

Uso del biogás: Cogeneración, Generador mediano, Calefacción, Ordeñadoras, Criadoras, Refrigeración, Caldera.

ESCENARIO 1: SUPUESTOS

Aplicabilidad Técnica

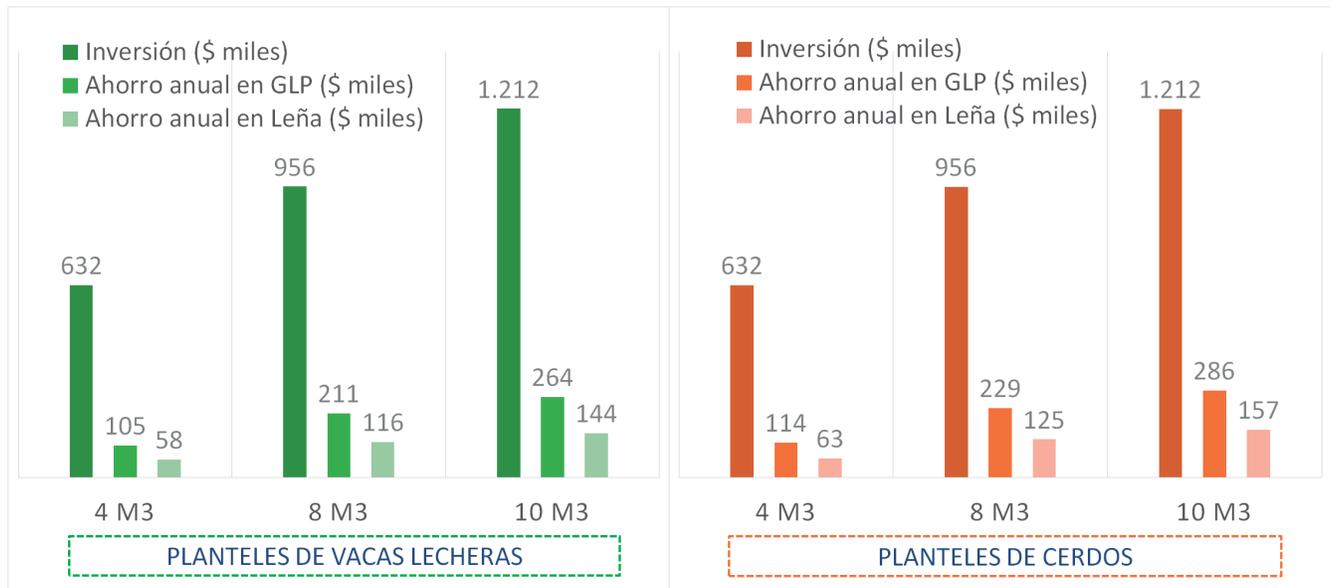
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	Nivel de electrificación alto Posibilidad de reemplazar uso de energía eléctrica de la red.
REGIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	Entre Coquimbo y Los Lagos Tiempo de retención entre 30 y 60 días debido a las temperaturas medias de la zona centro sur del país.
TIPO DE SUSTRATO	Purines de vaca y cerdo Excretas de aves como co-sustrato
NIVEL DE ESTABILIZACIÓN	Bajo o inexistente
TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA	Biodigestor tipo bolsa Se evalúan 3 tamaños: 4 m ³ , 8 m ³ y 10 m ³
USO DEL BIOGÁS	Autoconsumo: Electrodomésticos: Cocina; Iluminación; Calefont

Factibilidad Económica

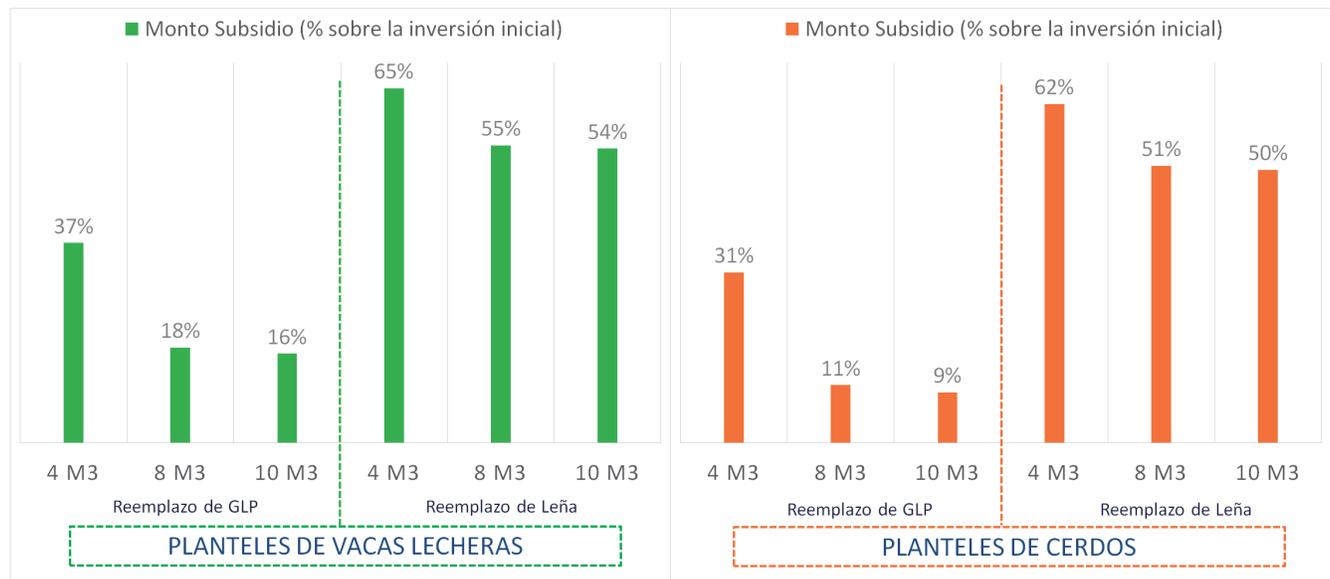
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	El costo de gas licuado de petróleo y leña influye directamente en la factibilidad económica.
REGIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	Entre Coquimbo y Los Lagos Tiempo de retención entre 30 y 60 días debido a las temperaturas medias de la zona centro sur del país.
TIPO DE SUSTRATO	Purines de vaca y cerdo Excretas de aves como co-sustrato
NIVEL DE ESTABILIZACIÓN	Bajo o inexistente
TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA	Biodigestor tipo bolsa Se evalúan 3 tamaños: 4 m ³ , 8 m ³ y 10 m ³
USO DEL BIOGÁS	Autoconsumo: Electrodomésticos: Cocina; Iluminación; Calefont

ESCENARIO 1: RESULTADOS

- En plantales lecheros, el volumen de biogás producido fluctúa entre 187 y 468 m³/año, que equivalen a un rango entre 80 y 201 kilogramos anuales de Gas licuado de petróleo (GLP), y entre 2,3 - 5,8 m³ de leña anual.
- En plantales de cerdos, el volumen de biogás producido fluctúa entre 203 y 508 m³/año, que equivalen a un rango entre 87 y 218 kilogramos anuales de gas licuado de petróleo (GLP).



- Los ahorros generados tanto en GLP como en leña, no permiten recuperar la inversión inicial en un período de 5 años.
- Lo anterior implica que se requieren subsidios para apoyar los costos iniciales en equipamiento e instalaciones.



ESCENARIO 2: SUPUESTOS

Aplicabilidad Técnica

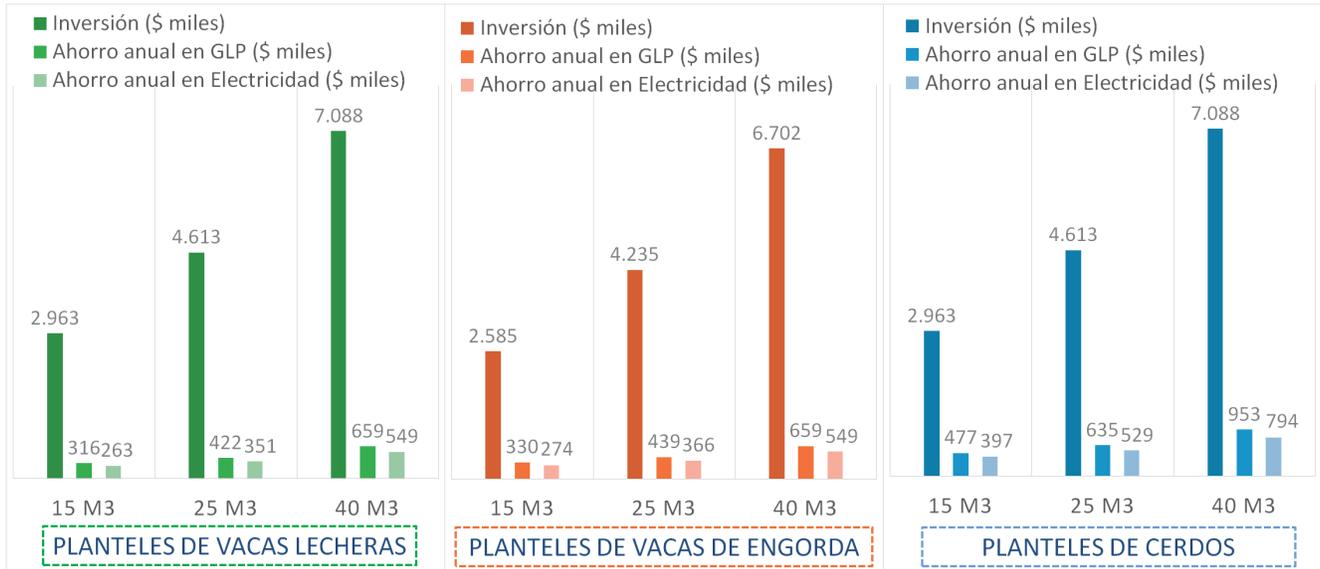
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	Nivel de electrificación alto. Posibilidad de reemplazar uso de energía eléctrica de la red.
REGIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	Entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.
TIPO DE SUSTRATO	Purines de vaca (lecheras y engorda) y purines de cerdo. Estiércol de aves y desechos agrícolas como co-sustrato.
NIVEL DE ESTABILIZACIÓN	Bajo. Se considera un potencial de recolección de 10% para plántulas de vacas y 20% para plántulas de cerdos.
TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA	Biodigestor tipo laguna cubierta. Se evalúan 3 tamaños: 15 m ³ , 25 m ³ y 40 m ³ .
USO DEL BIOGÁS	Electrodomésticos: Cocina; Lámparas; Calefont. Generación eléctrica: Motor/Generador pequeño.

Factibilidad Económica

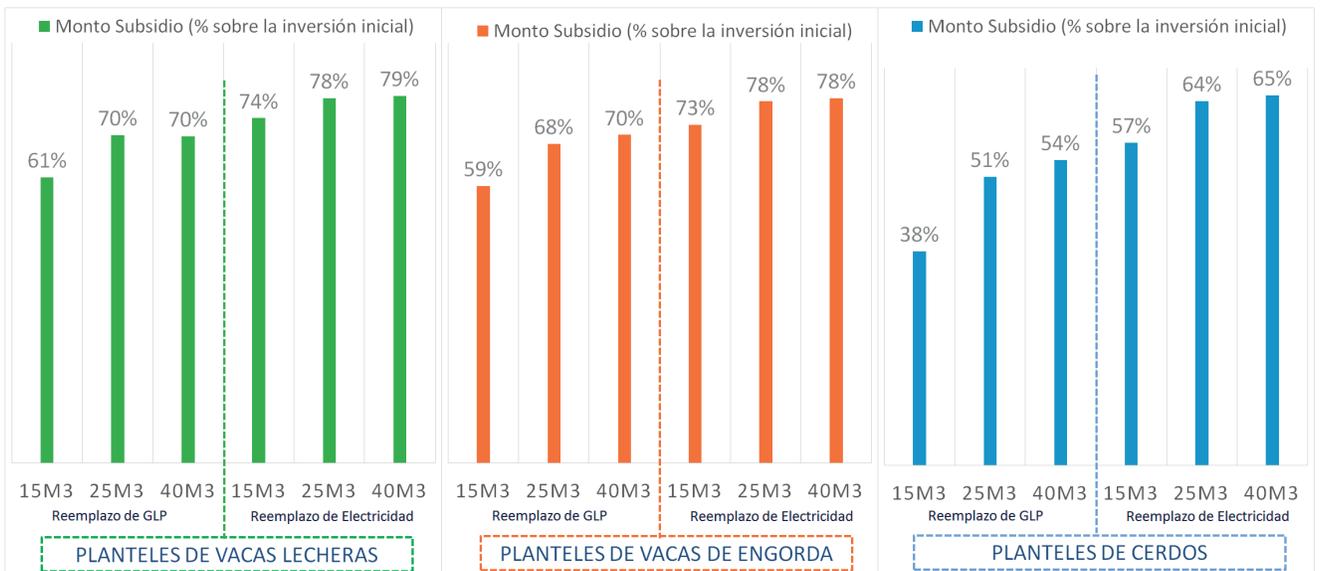
COSTO DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS ACTUALMENTE	El costo de gas licuado de petróleo, leña y electricidad influye directamente en la factibilidad económica.
INVERSIÓN	Entre \$2,4 millones y \$6,6 millones.
COSTOS OPERACIONALES Y MANTENCIÓN	1% de la inversión inicial como costo de operación anual (insumos para la operación anual). 1% de la inversión inicial como costo de mantención anual.
INGRESOS	Ahorros en el uso de gas licuado de petróleo GLP y Electricidad.
ACCESO A FINANCIAMIENTO Y/O SUBSIDIOS	Subsidios son necesarios para financiar la inversión inicial.

ESCENARIO 2 RESULTADOS

- En planteles lecheros, el volumen de biogás producido fluctúa entre 562 y 1.170 m³/año, mientras que en planteles de vacas de engorda el volumen de biogás producido fluctúa entre 585 y 1.170 m³/año.
- En planteles de cerdos, el volumen de biogás producido fluctúa entre 846 y 1.692 m³/año.



- Los ahorros generados tanto en GLP como en electricidad para el escenario 2, no son lo suficientemente significativos como para recuperar la inversión inicial en un período de 5 años.
- Lo anterior implica que se requieren subsidios para apoyar los costos iniciales en equipamiento e instalaciones.



ESCENARIO 3: SUPUESTOS

Aplicabilidad Técnica

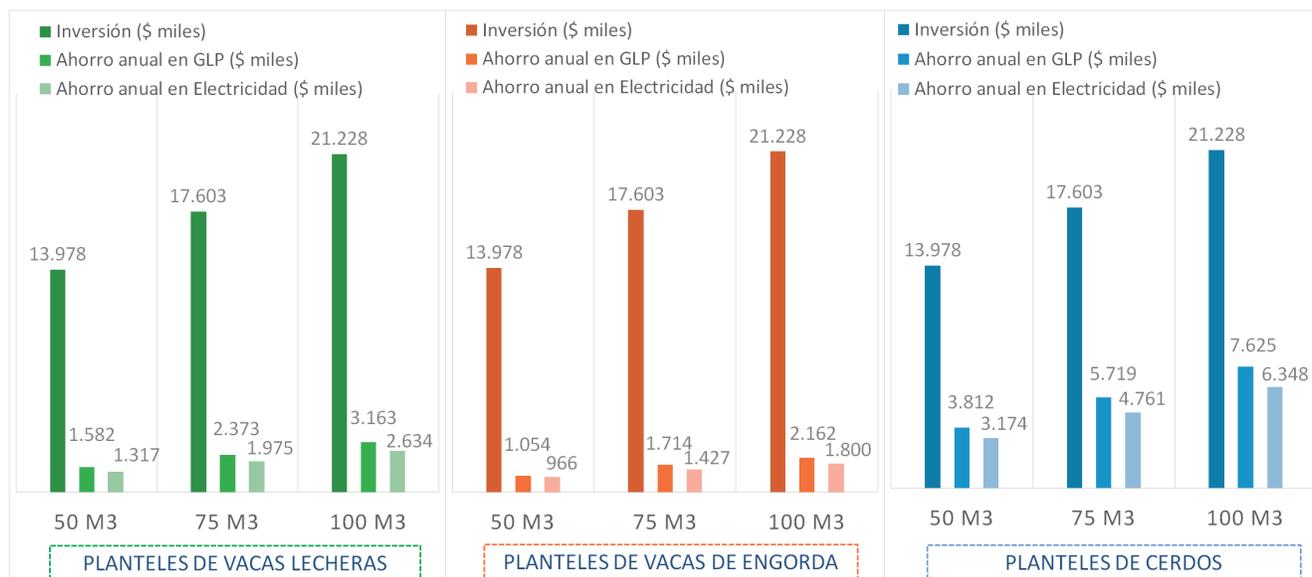
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	Nivel de electrificación alto Posibilidad de reemplazar uso de energía eléctrica y térmica.
REGIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	Entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.
TIPO DE SUSTRATO	Purines de vaca (lecherías y engorda) y cerdo. No se considera la compra de sustrato proveniente de otros predios.
NIVEL DE ESTABULACIÓN	Bajo Potencial de recolección de purines de 10% para predios con vacas de engorda, 12% para predios con lecherías y 40% para predios de cerdos.
TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA	Laguna cubierta. Se evalúan 3 tamaños: 50 m ³ , 75 m ³ y 100 m ³ .
USO DEL BIOGÁS	Equipos CHP, Generador, Ordeñadoras, Refrigeración, calefacción.

Factibilidad Económica

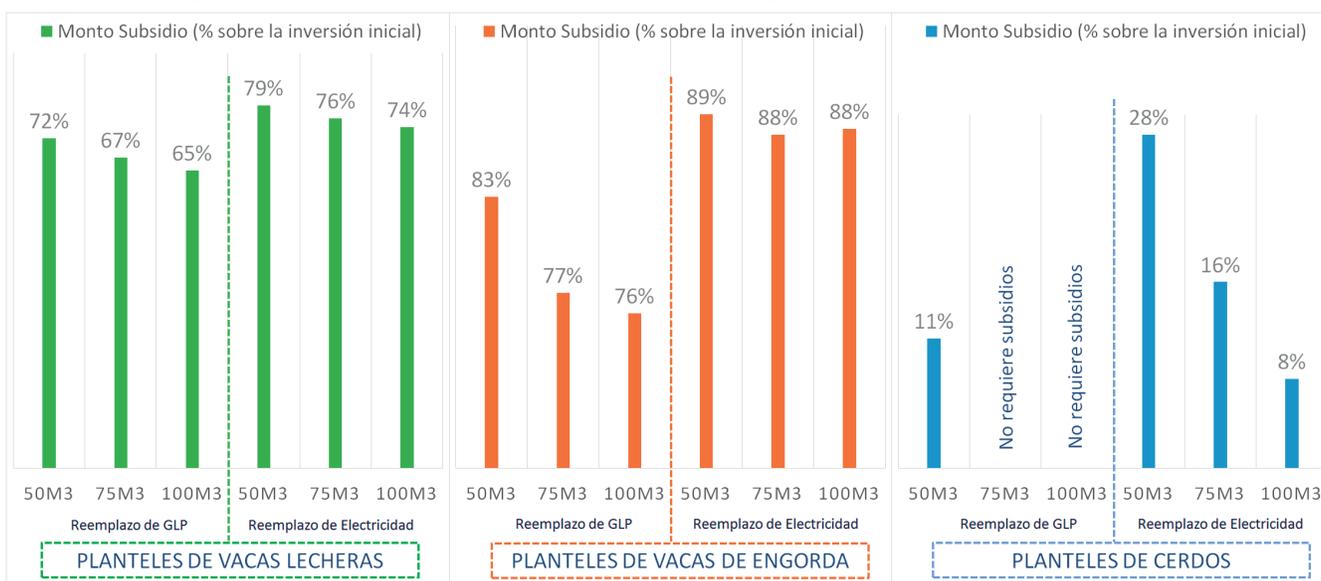
COSTO DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS ACTUALMENTE	El costo de gas licuado de petróleo y electricidad influye directamente en la factibilidad económica.
INVERSIÓN	Entre \$7,2 millones y \$14,5 millones.
COSTOS OPERACIONALES Y MANTENCIÓN	El costo de operación anual se estima en 1% de la inversión inicial. El costo de mantención anual se estima en 1% de la inversión inicial. Costo de mano de obra anual corresponde a 300 (hh/año) para trabajos de operación y mantención en biodigestores sobre 100 m ³ , 200 (hh/año) para biodigestores de 75 m ³ y 100 (hh/año) para biodigestores de 50 m ³ , a un costo de \$2.500/hh.
INGRESOS	Ahorros en el uso de gas licuado de petróleo GLP y Electricidad.
ACCESO A FINANCIAMIENTO Y/O SUBSIDIOS	Se determina la magnitud de los subsidios necesarios para el financiamiento de la inversión inicial.

ESCENARIO 3: RESULTADOS

- En planteles lecheros, el volumen de biogás producido fluctúa entre 2.808 y 5.616 m³/año, mientras que en planteles de vacas de engorda, el volumen de biogás generado fluctúa entre 1.872 y 3.838 m⁴/año.
- En planteles de cerdos, el volumen de biogás producido fluctúa entre 6.708 y 13.536 m³/año.



- En planteles lecheros y de engorda, los ahorros generados por el uso del biogás no permiten recuperar la inversión inicial en un período de 5 años, por lo tanto, se requieren subsidios que permitan financiar el gasto en equipamiento e instalaciones.
- En planteles de cerdo, el reemplazo de GLP mediante el uso de biogás es rentable para biodigestores de 75 m³ y 100 m³. En el caso del reemplazo de electricidad de la red se requieren subsidios, aunque de menor magnitud en relación a planteles lecheros y engorda.



ESCENARIO 4: SUPUESTOS

Aplicabilidad Técnica

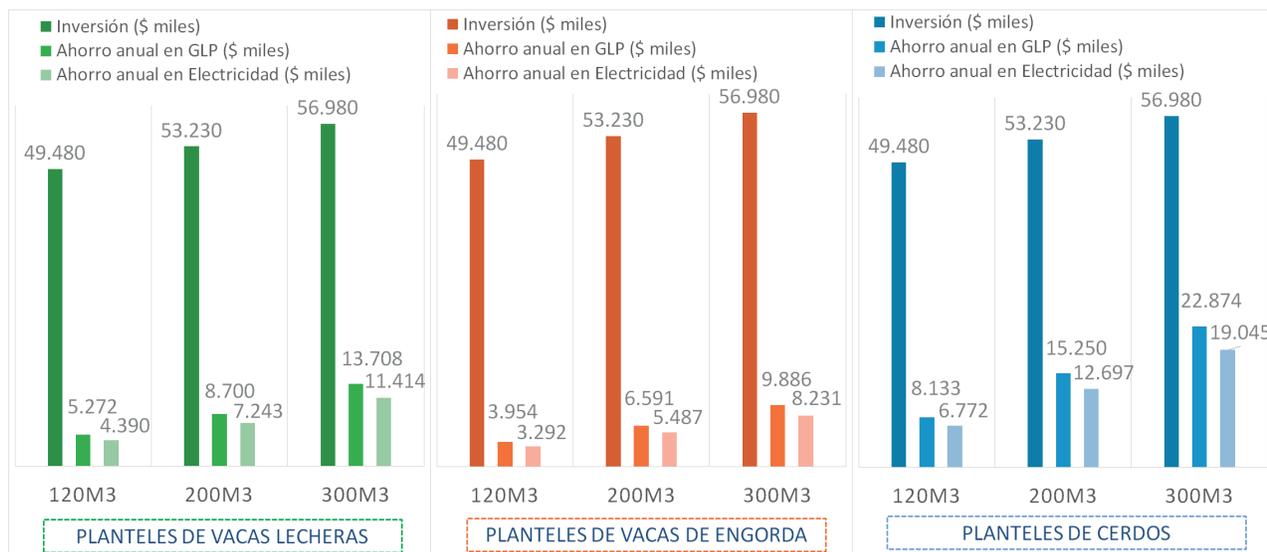
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	Nivel de electrificación alto Posibilidad de reemplazar uso de energía eléctrica y térmica.
REGIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	Foco entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.
TIPO DE SUSTRATO	Purines de vaca (lecherías y engorda) y purines de cerdo. No se considera la compra de sustrato proveniente de otros predios.
NIVEL DE ESTABILIZACIÓN	Bajo. Se estima potencial de recolección de purines de 20% para predios con vacas de engorda, 15% para predios con lecherías y 40% para predios que poseen cerdos.
TECNOLOGÍA DE DIGESTIÓN ANAERÓBICA	Tanque de mezcla completa. Tanque horizontal de flujo pistón. Se evalúan 3 tamaños: 120 m ³ , 200 m ³ y 300 m ³ .
USO DEL BIOGÁS	Equipos CHP, Generador, Ordeñadoras, Refrigeración, Generación de vapor, Calefacción de criaderos.

Factibilidad Económica

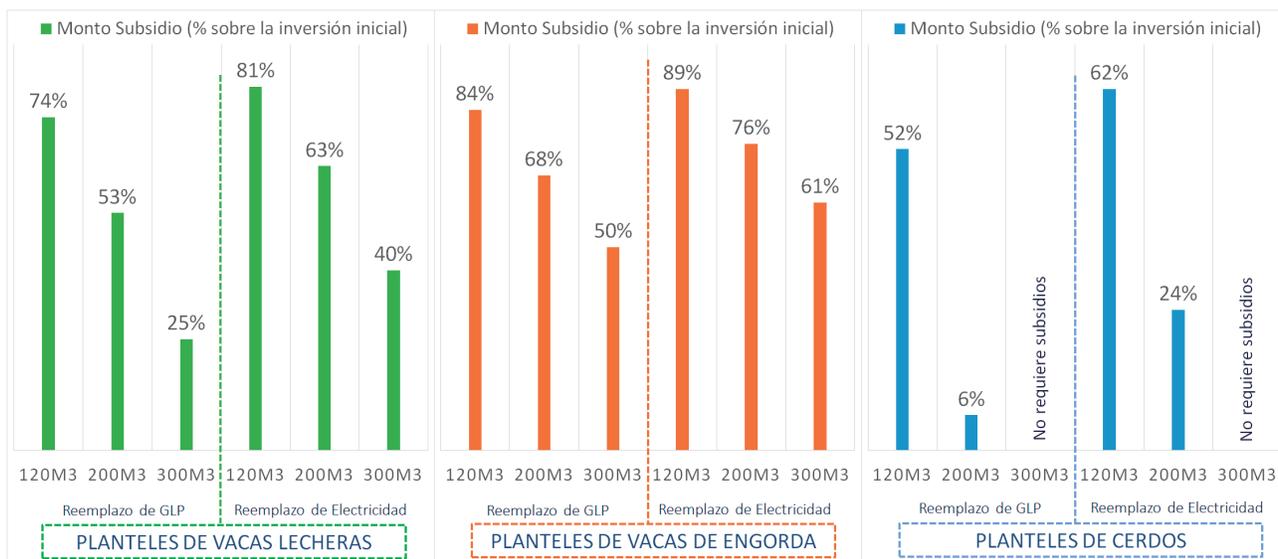
COSTO DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS ACTUALMENTE	El costo actual de los energéticos utilizados por explotaciones agropecuarias medianas incide de forma directa en la evaluación económica.
INVERSIÓN	Entre \$38,5 millones y \$46 millones para tanque de mezcla completa (Complete mix reactor). Entre \$23,1 millones y \$27,6 millones para tanque horizontal de flujo pistón (Plug flow reactor).
COSTOS OPERACIONALES Y MANTENCIÓN	El costo de operación anual se estima en 1% de la inversión inicial. El costo de mantención anual se estima en 1% de la inversión inicial. Costo de mano de obra anual corresponde a 500 (hh/año) para trabajos de operación y mantención en biodigestores de 300 m ³ , 400 (hh/año) para biodigestores de 200 m ³ y 350 (hh/año) para biodigestores de 120 m ³ , A un costo de \$2.500/hh.
INGRESOS	Ahorros asociados al uso de energéticos para la operación del predio (Gas licuado de petróleo y Electricidad de la red pública).
ACCESO A FINANCIAMIENTO Y/O SUBSIDIOS	Magnitud de los subsidios necesarios para el financiamiento de la inversión inicial.

ESCENARIO 4: RESULTADOS (COMPLETE MIX REACTOR)

- En planteles lecheros, el volumen de biogás producido fluctúa entre 9.360 y 24.336 m3/año, mientras que en planteles de engorda, el volumen de biogás producido fluctúa entre 7.020 y 17.550 m3/año.
- En planteles de cerdos, el volumen de biogás producido fluctúa entre 14.438 y 40.608 m3/año.

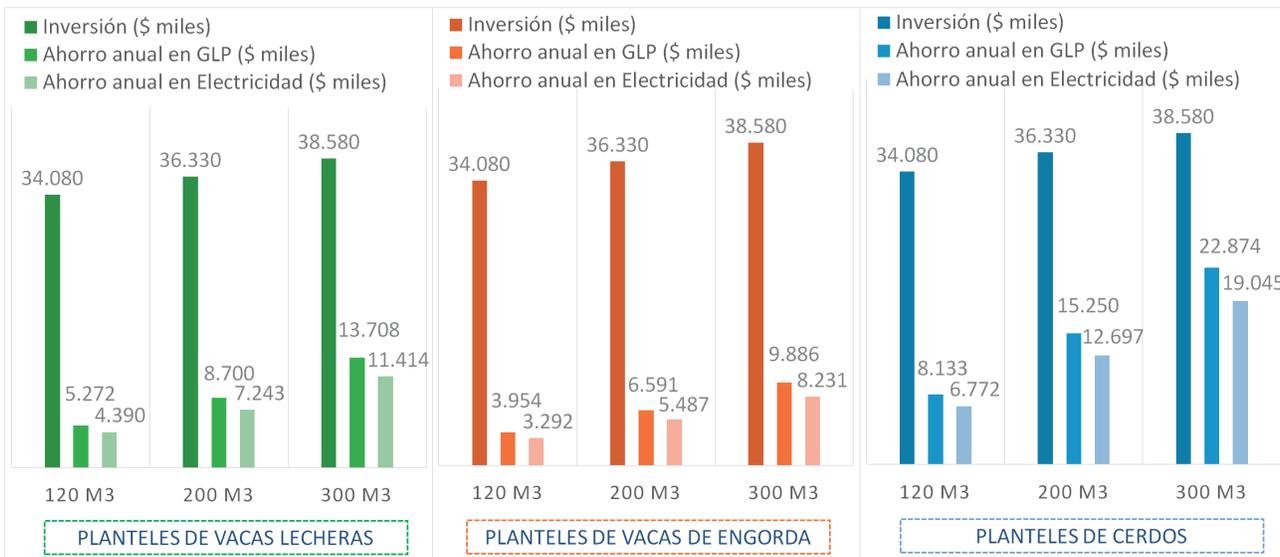


- En planteles lecheros y de engorda, se requieren subsidios para financiar la inversión inicial. Estos fluctúan entre un 25% de la inversión inicial (para biodigestor de 300 m3 en plantel lechero) y un 89% (para biodigestor de 120 m2 en plantel de engorda). La magnitud de los subsidios requeridos disminuye a medida que el plantel tiene un mayor tamaño.
- En planteles de cerdo, para biodigestores de 120 m3 y 200 m3, los subsidios requeridos tienen una magnitud significativamente menor, mientras que para biodigestores de 300 m3 no se requieren subsidios, ya que los ahorros generados por el uso del biogás permiten recuperar la inversión inicial en un plazo de 5 años.

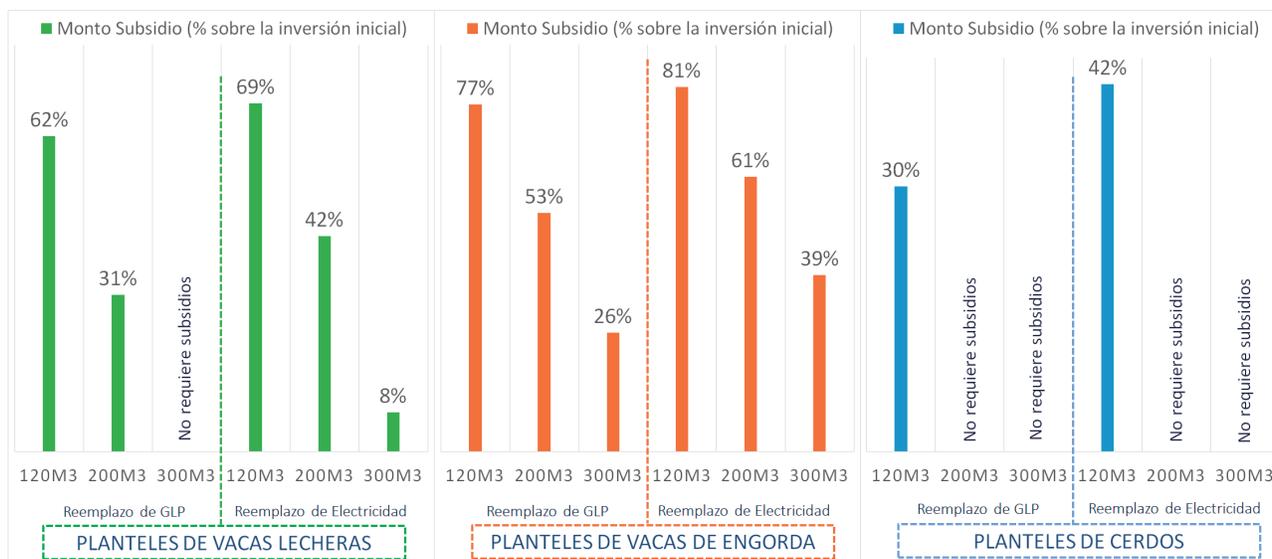


ESCENARIO 4: RESULTADOS (PLUG FLOW REACTOR)

- Los reactores de flujo pistón (plug flow), requieren una inversión significativamente menor en relación a los reactores de mezcla completa (complete mix reactor).



- Debido a la menor inversión que involucra la instalación de un reactor de flujo pistón (plug flow), los subsidios requeridos disminuyen significativamente en relación a la instalación de un reactor de mezcla completa (complete mix).
- Se destaca el caso de los planteles de cerdos, donde sólo para biodigestores de 120 m3 se requieren subsidios que permitan financiar los costos iniciales en equipamiento e instalaciones.
- La magnitud de los subsidios requeridos para los distintos tipos de plantel disminuye a medida que el tamaño del plantel es mayor.



5. COMENTARIOS FINALES



COMENTARIOS FINALES

Se han identificado 3 factores que son críticos para determinar la aplicabilidad técnica y factibilidad económica de tecnologías para la generación y uso de biogás en explotaciones agropecuarias pequeñas y medianas.

NIVELES DE INVERSIÓN

Si bien los niveles de inversión requeridos para la implementación de este tipo de tecnologías son altos, en relación a los beneficios energéticos que se obtienen de su instalación, es posible rentabilizar proyectos de generación de biogás considerando la gran cantidad de externalidades positivas que se obtiene en términos ambientales y de calidad de vida para los agricultores.

NIVELES DE ESTABULACIÓN

Las condiciones de base que existen actualmente en los planteles agropecuarios pequeños y medianos, no permiten aprovechar el máximo potencial de los desechos que estos generan, lo que se explica por los bajos niveles de estabulación en planteles de producción lechera, engorda y criaderos de cerdos.

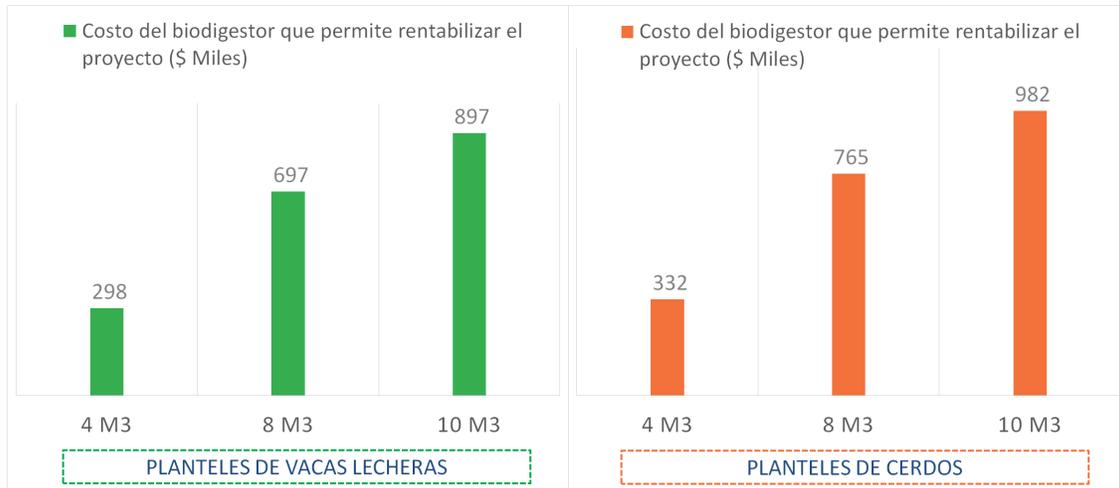
PRECIOS ACTUALES DE ENERGÉTICOS

Los precios actuales del gas licuado de petróleo, la leña y la electricidad de la red pública, se mantienen relativamente bajos, en relación a su potencial reemplazo mediante el uso del biogás generado en un biodigestor anaeróbico.

NIVELES DE INVERSIÓN

Para el Escenario 1:

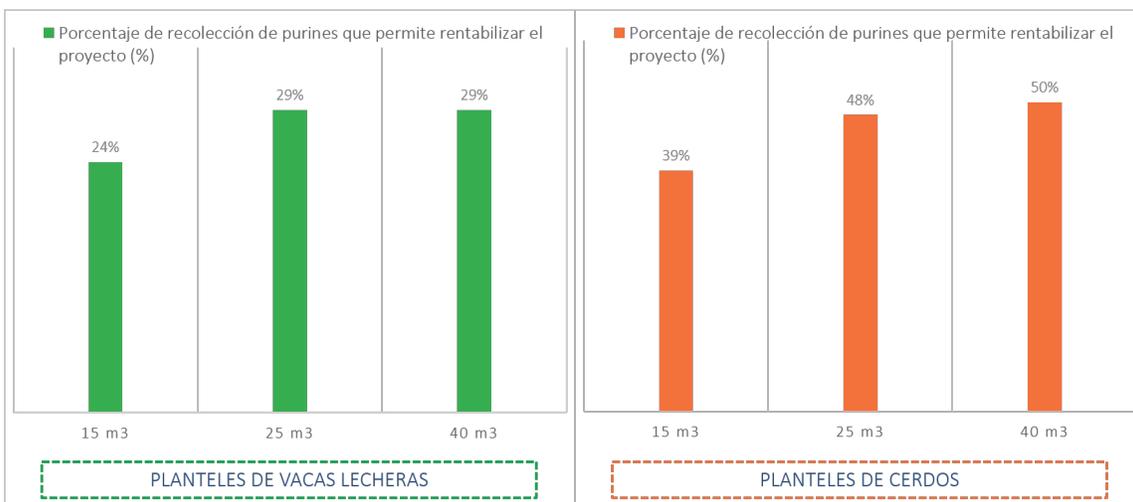
- En planteles lecheros, un nivel de inversión en el rango de 298 mil (para biodigestores de 4 m³) y 897 mil (para biodigestores de 10 m³) permiten rentabilizar el proyecto en un período de 5 años. Esto implica que los ahorros generados durante los 5 primeros años de utilización del biodigestor, permiten igualar el costo inicial de inversión en equipamiento e instalaciones.
- En planteles de cerdo, los rangos de inversión inicial resultan menores, debido a que el potencial de recolección de purines en este tipo de predio es mayor en relación a los planteles lecheros.



NIVELES DE ESTABILACIÓN

Para el Escenario 2:

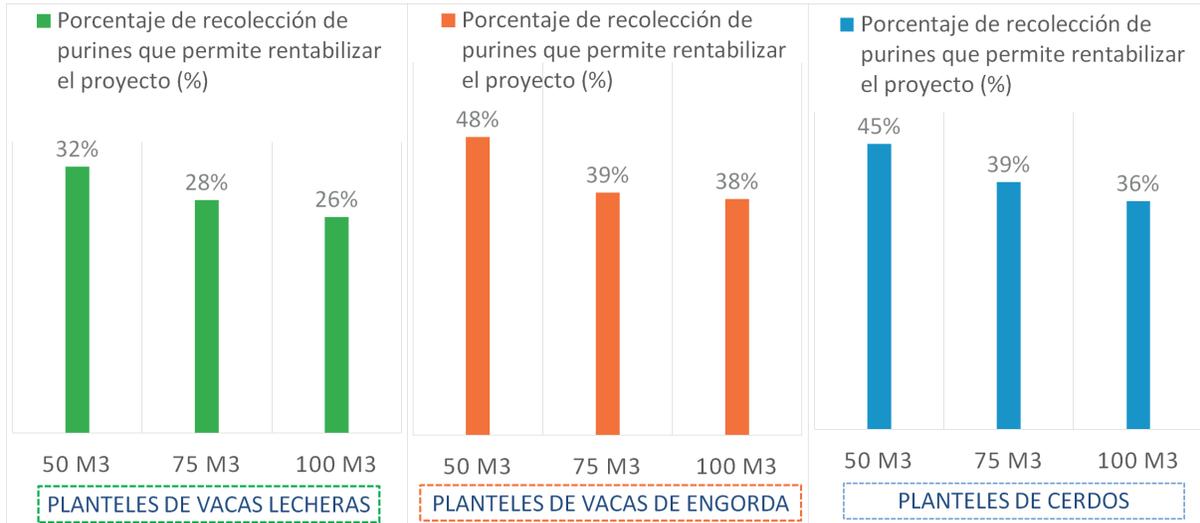
- En planteles lecheros, un nivel de estabilación entre 24% y 29% (para biodigestores de 15 m³ y 25/40 m³ respectivamente), permite que los ahorros generados por el uso del biogás se igualen a la inversión inicial en equipamiento e instalaciones. Esto se debe a que un mayor nivel de estabilación permite aumentar la cantidad de purines recolectados en el predio.
- En planteles de cerdo, los niveles de estabilación que rentabilizan la inversión inicial alcanza el 39%, 48% y 50%, para biodigestores de 15 m³, 25 m³ y 40 m³ respectivamente.



NIVELES DE ESTABILACIÓN

Para el Escenario 3:

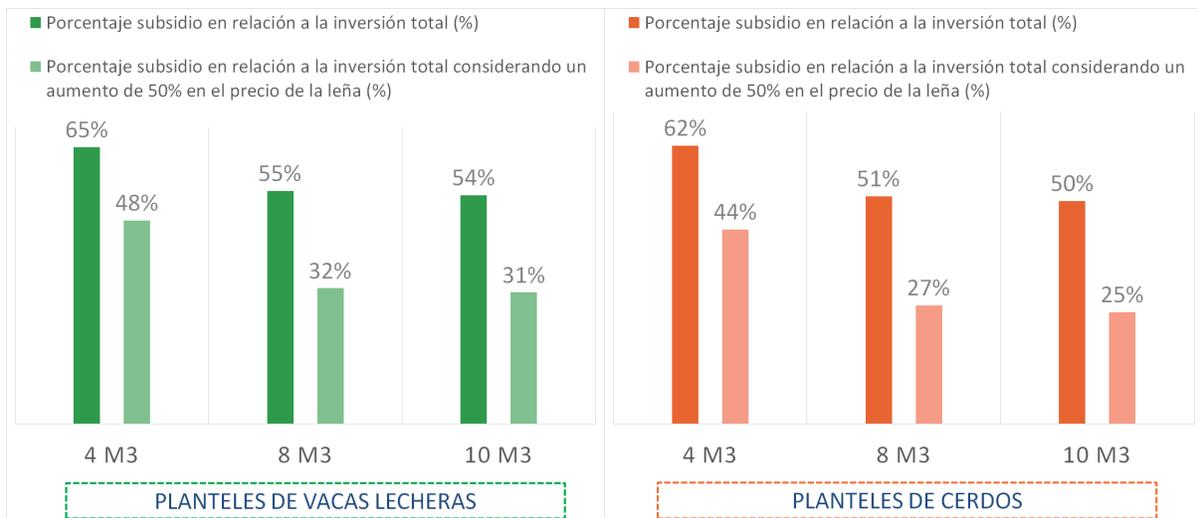
- En plantales lecheros, un nivel de estabulación entre 32% y 26% (para biodigestores de 50 m³ y 100 m³ respectivamente), permite que los ahorros generados por el uso del biogás se igualen a la inversión inicial en equipamiento e instalaciones.
- En plantales de cerdo, los niveles de estabulación que rentabilizan la inversión inicial alcanzan el 45%, 39% y 36%, para biodigestores de 50 m³, 75 m³ y 100 m³ respectivamente.



COSTO DE ENERGÉTICOS

Para el Escenario 1:

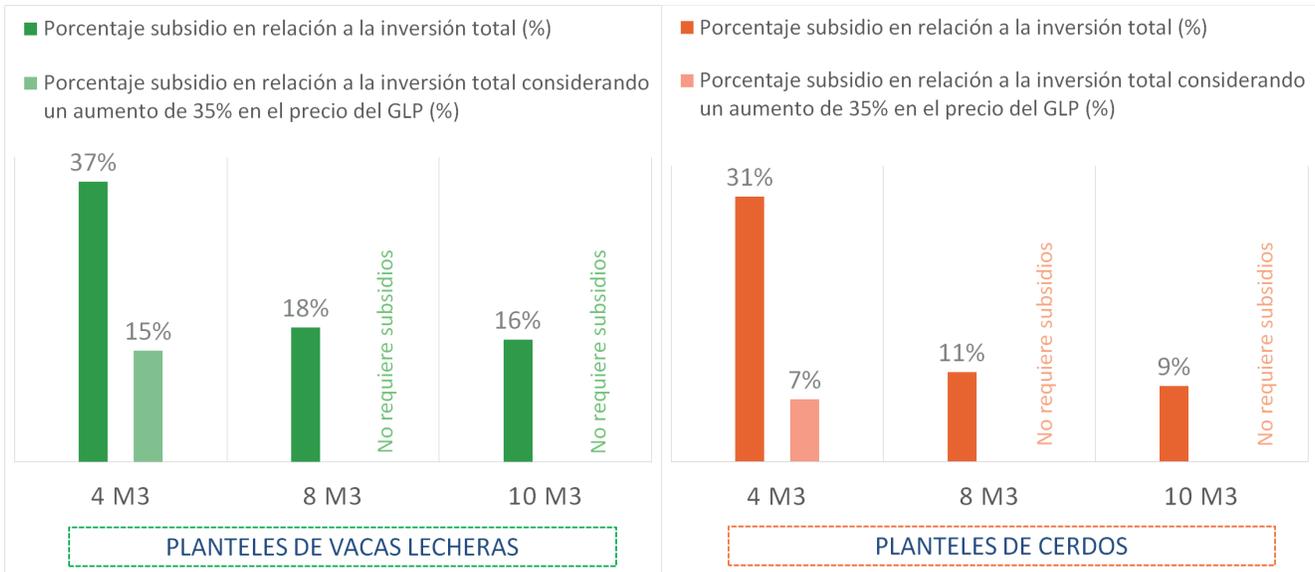
- En plantales lecheros, considerando un aumento de 50% en el precio de la leña, los subsidios requeridos para rentabilizar la inversión inicial en equipamiento e instalaciones disminuyen de un 65% a un 48% para biodigestores de 4 m³; de 55% a 32% para biodigestores de 8 m³; y de 54% a 31% para biodigestores de 10 m³.
- En plantales de cerdos, la disminución de los subsidios requeridos considerando un aumento de 50% en el precio base de la leña, son análogos a los plantales lecheros, de 62% a 44% (4 m³); de 51% a 27% (8 m³); y de 50% a 25% (10 m³).



COSTO DE ENERGÉTICOS

Para el Escenario 1:

- En plantales lecheros, considerando un aumento de 35% en el precio base del GLP, sólo se requerirán subsidios para biodigestores de 4 m³, mientras que en el caso de biodigestores de 8 m³ y 10 m³, los ahorros generados en GLP (considerando este mayor precio), permiten recuperar la inversión inicial en un período de 5 años.
- En plantales de cerdos, considerando un aumento de 35% en el precio de referencia del GLP, sólo se requerirán subsidios para biodigestores de 4 m³.



COMENTARIOS FINALES

La evaluación realizada de la aplicabilidad técnica y factibilidad económica tiene un carácter general para proyectos de generación y uso de biogás a nivel de perfil. Los supuestos utilizados pueden variar de forma significativa bajo condiciones geográficas particulares, u otras condiciones asociadas al clima, costo de la energía en zonas aisladas, nivel de estabulación, cantidad de animales, sistemas para el manejo de residuos, etc. Los resultados deben ser tomados como una guía global de evaluación del reemplazo de combustibles tradicionales por biogás y como base para la evaluación particular de un proyecto de acuerdo a los escenarios específicos.

El sólo reemplazo energético en general no resulta atractivo económicamente, sin embargo el manejo de los residuos mediante la biodigestión anaeróbica permite reducir significativamente los impactos ambientales y sociales de las actividades de producción de leche, carne y agrícola.

El adecuado manejo de los residuos con esta tecnología ofrece adicionalmente tener un bioabono de alta calidad que mejora significativamente la producción de alimentos para los propios animales. El manejo de los purines producidos en los recintos de los animales mediante la biodigestión permite reducir notablemente los insectos (moscas), los olores y las bacterias, lográndose beneficios en la calidad de vida para la comunidad de personas que laboran y viven en el entorno. Este aspecto puede llegar a viabilizar un proyecto o simplemente rechazarlo por los impactos a la comunidad.

Por lo anterior se puede concluir que la biodigestión tiene una gran fortaleza en el manejo sustentable de los residuos con importantes beneficios principalmente ambientales y sociales. El aporte del biogás y bioabono son productos de alta calidad que pueden ayudar a los proyectos económicamente, pero que no lo sustentan por si solos bajo las condiciones de precio actuales de los energéticos tradicionales.

6. ANEXOS

TABLAS DE CONVERSIÓN Y CÁLCULO



FACTORES DE CONVERSIÓN

ESTIÉRCOL PRODUCIDO POR TIPO DE ANIMAL

Tipo de animal		Estiércol líquido (m3/animal)		
		Día	Mes	Año
Bovinos	Vacas de engorda	0,05	1,5	18
	Vacas de producción lechera	0,055	1,65	19,8
Porcinos	Porcino de engorda	0,0045	0,135	1,62
	Porcina	0,0045	0,135	1,62
Aves de criadero	Pollo de engorda	0,001	0,003	0,4
	Gallina	0,001	0,003	0,4

Fuente: A partir de José Antonio Guardado, 2008 [7] y Pérez Medel, 2010 [8]

EQUIVALENCIAS ENTRE ANIMALES, SEGÚN LA CANTIDAD DE ESTIÉRCOL QUE PRODUCEN

	Cantidad de animales que equivalen a 1 vaca de engorda
Vacas de engorda	1
Vacas de producción lechera	0,8
Porcino de engorda	8
Porcina	3
Pollo de engorda	40
Gallina	40

Fuente: A partir de José Antonio Guardado, 2008 [7] y Pérez Medel, 2010 [8]

COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS, RANGOS Y VALOR TÍPICO

Gas	Rango (%)
Metano	55 - 70
Dióxido de carbono	30 - 60
Otros gases	1 - 5
Hidrógeno	0 - 1
Sulfuro de hidrógeno	0 - 3

Fuente: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEPA, 2009 [9]

FACTORES DE CONVERSIÓN

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS POR TIPO DE ANIMAL Y VALOR CALORÍFICO ANUAL

Tipo de animal	Producción de biogás (m3/animal)	kWh/animal
	Año	Año
Vacas de engorda	390,0	2.730
Vacas de producción lechera	468,0	3.276
Porcino de engorda	39,6	277
Porcina	112,2	785
Pollo de engorda	2,9	20
Gallina	2,9	20

Fuente: Elaboración propia a partir de José Antonio Guardado, 2008 [7]; ODEPA, 2009 [9]; Lagos Susaeta, 2013 [10]; MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF, 2011 [11]

EQUIVALENCIA DEL BIOGÁS CON OTRAS FUENTES DE COMBUSTIBLES UTILIZADAS EN PREDIOS AGRÍCOLAS

Fuente	Equivalencia con respecto a 1 m3 de biogás
Gas licuado GLP	0,43 kilogramos
Leña	0,0123 m3
Electricidad	7 kWh
Gasolina	0,8 Litros
Diésel	0,55 Litros

Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA, 2009 [9]; José Antonio Guardado, 2008 [7].

PRECIOS DE FUENTES DE ENERGÍA UTILIZADAS POR LOS PRODUCTORES AGROPECUARIOS, COMO BASE PARA LA ESTIMACIÓN DE AHORROS GENERADOS A PARTIR DEL USO DE BIOGÁS

	Fuente de información	Precio promedio considerado para la evaluación
Gas licuado de petróleo - GLP	Portal Energía Región Gas en Línea (Comisión Nacional de Energía)	Entre \$926 y \$1.696 por kilogramo
Electricidad	Comisión Nacional de Energía Portal Energía Abierta	\$67 /kWh
Leña	INDAP	\$25.000 por metro cúbico

Fuente: Elaboración propia a partir de Energía Región [12]; Gas en Línea – CNE [13]; Comisión Nacional de Energía [14]; Portal Energía Abierta [15]

7. REFERENCIAS



REFERENCIAS

- [1] European Environment Agency. 2000. Biogás.
- [2] Ministerio de Energía, 2012. Guía de Planificación para Proyectos de Biogás en Chile.
- [3] Ministerio de Energía; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Global Environment Facility. 2011. Manual de Biogás.
- [4] Agència de Residus de Catalunya. Guía de los tratamientos de deyecciones ganaderas. 2004. Ver enlace.
- [5] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Manual Informativo - Elabore su propio biodigestor de bajo costo. 2005.
- [6] Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. El biogás: alternativa energética emergente. 2007.
- [7] José Antonio Guardado. Manual de explotación de una Pequeña Planta de Biogás. 2008.
- [8] Javier Andres Pérez Medel. Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. 2010.
- [9] Ingeniería Alemana S.A. Encargado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEPA. Estudio para la evaluación socioeconómica y ambiental de tres prototipos de biodigestores en predios de pequeños productores lecheros. 2009.
- [10] Francisco Manuel Lagos Susaeta. Análisis de factibilidad técnica y económica de la generación de biogás a partir de purines mediante biodigestores anaerobios. 2013.
- [11] Ministerio de Energía; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Global Environment Facility. Manual de Biogás. 2011.
- [12] Portal Energía Región.
- [13] Comisión Nacional de Energía. Portal Gas en Línea.
- [14] Comisión Nacional de Energía. Tarificación eléctrica.
- [15] Comisión Nacional de Energía. Portal Energía Abierta.
- [16] Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Biogás. 2018.

OTROS ESTUDIOS UTILIZADOS COMO BASE PARA LA EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD TÉCNICA Y FACTIBILIDAD ECONÓMICA

- Biogás de residuos agropecuarios en la región de Los Ríos. Política Regional de Desarrollo Silvoagropecuario 2014 - 2018. Gobierno Regional Región de Los Ríos - INDAP. 2016.
- Evaluación preliminar de una factibilidad técnica y económica para implementar plantas de biogás en una muestra de predios de lecherías seleccionadas en las regiones de Los Ríos y Los Lagos". Instituto De Investigaciones Agropecuarias – INIA. 2016.
- Guía de planificación para proyectos de biogás en Chile. Proyecto Energías Renovables No Convencionales. Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2012.
- Diseño de un instrumento de fomento para proyectos de biogas - biomasa que apunten a la asociatividad de tenedores del recurso biomásico. Ministerio de Energía - Sustentank. 2012.
- Modelos de negocio que rentabilicen aplicaciones de biogás en Chile y su fomento. Ministerio de Energía - Gamma Ingenieros S.A. 2011.
- Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás. Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile. Comisión Nacional de Energía (CNE) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH 2007.

BOLETÍN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN Y USO DE BIOGÁS PARA PROYECTOS DE PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA CHILENA



Fundación para la
Innovación Agraria

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ESTUDIO "VIGILANCIA TECNOLÓGICA CON ENFOQUE EN TECNOLOGÍAS
DE BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA Y EN EQUIPOS DE CONSUMO DE BIOGÁS
PARA EL SECTOR AGRARIO NACIONAL"

ULE-2017-074