



**Universidad Nacional de Misiones. Secretaría General de Extensión  
Universitaria. Programa de Fortalecimiento a las Actividades de  
Extensión (PROFAE)**

***Matiauda, Mario Eugenio (Dir.)  
Deschutter, Enrique Jorge (Co-Dir.)***

## **Rendimiento biogas de biodigestor de establecimiento porcícola de Posadas**

*Informe final*

**Período del Proyecto  
2017-2018**

### ***Integrantes del Proyecto***

*González, Gustavo Manuel  
Rozicki, Roberto Samuel  
Tenaschuk, Javier  
Kachuk Leonardo Lipe*

**Posadas, 2018**



Esta obra está licenciado bajo Licencia Creative Commons (CC) Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# PROFAE

Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión

## PROFAE 2018 INFORME FINAL PROFAE 2018

Título del Proyecto

*Rendimiento biogas de biodigestor de establecimiento porcícola de Posadas*

Director/a del Proyecto

*MATIAUDA, Mario*

*Eugenio* E-mail de

contacto

*mario.matiauda@gmail.com*

*m*

Unidad de gestión del Proyecto

Secretaría de Facultad / Escuela: Secretaría de Extensión y Vinculación Tecnológica de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales Responsable Institucional: Secretario de Extensión y Vinculación Tecnológica: Dra. Marcela Brousse Dirección: Félix de Azara 1552 Teléfono / Fax: 0376-4435099/0376-4425414 Correo electrónico: <a href="mailto:extensionexactas@fceqyn.unam.edu.ar">extensionexactas@fceqyn.unam.edu.ar</a>
--

Instituciones Participantes- Organismos Gubernamentales u ONGs

Nombre: CEDIT (Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica) Dirección: Félix de Azara 1890-5to piso-Posadas-Misiones Teléfono/Fax: 3764447005/7019 Correo electrónico: <a href="mailto:jorgedeschu@hotmail.com">jorgedeschu@hotmail.com</a> Responsable Institucional: Dr. Jorge E. Deschutter
--

Lugar de ejecución

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales-Establecimiento porcícola

San Isidro Posadas

Integrantes del proyecto

Nombre y DNI N°	Mario Eugenio Matiauda-1373238
Función en el proyecto	Director
Formación Académica	Ingeniero Químico-Dr
Cargo y Lugar de desempeño	Prof. Asociado-FCEQyN
Correo electrónico	<a href="mailto:mario.matiauda@gmail.com">mario.matiauda@gmail.com</a>

Nombre y DNI N°	Deschutter Enrique Jorge -13902491
Función en el proyecto	Co-director
Formación Académica	Bioquímico-Dr
Cargo y Lugar de desempeño	Presidente CEDIT. Gobierno de la Provincia de Misiones
Correo electrónico	<a href="mailto:jorgedeschu@hotmail.com">jorgedeschu@hotmail.com</a>

Nombre y DNI N°	González Gustavo Manuel-AAB417589
Función en el proyecto	Extensionista
Formación Académica	Ingeniero Químico
Cargo y lugar de desempeño	JTP- FCEQyN
Correo electrónico	gustavomgonzalez@gmail.com

Nombre y DNI N°	Rozicki, Robero Samuel-33406532
Función en el proyecto	Extensionista
Formación Académica	Estudiante de Ingeniería Química
Cargo y lugar de desempeño	Auxiliar alumno FCEQYN-UNaM
Correo electrónico	robertorozicki@gmail.com

Nombre y DNI N°	Tenaschuk Javier-27192164
Función en el proyecto	Extensionista
Formación Académica	Técnico universitario Administrativo Contable
Cargo y lugar de desempeño	Jefe Departamento Compras- categoría 3- FCEQyN-UNaM
Correo electrónico	javieralej@ gmail.com

Nombre y DNI N°	Kachuk Leonardo Lipe-33990099
Función en el proyecto	Extensionista
Formación Académica	Estudiante de Ingeniería Química
Cargo y Lugar de desempeño	Auxiliar alumno FCEQYN-UNaM
Correo electrónico	leonardokachuk@gmail.com

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es brindar asistencia técnica para el adecuado funcionamiento de la unidad biodigestor de establecimiento de producción porcina de la ciudad de Posadas, de manera de confluir las metas técnicas en el contexto de sustentabilidad.

### *Objetivos específicos-Técnicos*

- Relevamiento de condiciones actuales de instalación y funcionamiento, incluyendo parámetros esenciales para este reactor discontinuo como ser: la temperatura del biodigestor, pH, sustrato, velocidad de carga de la materia prima, toxicidad, dilución, tiempo de retención, mezclado, la cantidad y calidad del biogas.
- Dentro de estos parámetros, calidad del biogas, analizar cuantitativamente la composición de la mezcla dióxido de carbón-metano, en términos de apuntar a su potencial energético alternativo.
- Proponer mejoras en manejo operativo de la unidad atendiendo a la producción tanto del

- Proponer mejoras del ámbito de salud y ecológico de la comunidad productiva familiar por el aporte de fuente energética sustitutiva) como disminución de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, reducción de patógenos y malos olores.

## METODOLOGÍA

1. Estudio de las instalaciones del biodigestor y sus aspectos tecnológicos
2. Condiciones operativas actuales
3. Propuesta de mejoras de funcionamiento de la unidad
4. Elaboración memoria técnica y pautas de funcionamiento de la unidad

### Actividades del Proyecto

#### 1- Estudio de las instalaciones del biodigestor y sus aspectos técnicos

El establecimiento se localiza en el barrio San Isidro (Posadas), a 500 metros de planta de transferencia de residuos urbanos de Posadas como del autódromo Rosamonte de Posadas.

La actividad productiva involucra criadero porcino y producción hortícola (figura 1 ).

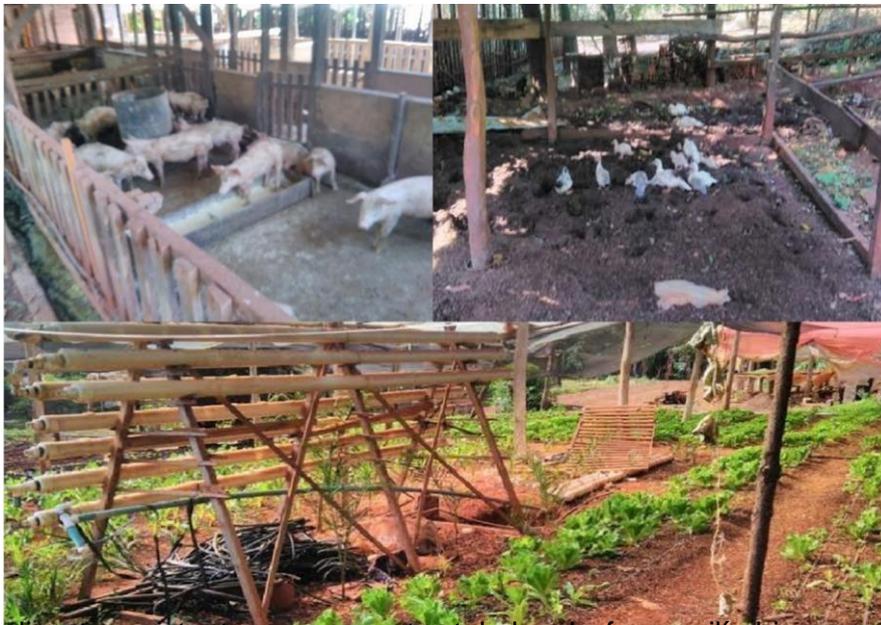


Figura 1

El biodigestor existente es un reactor tubular de forma cilíndrica, cuyo cuerpo está formado por polietileno UV negro de 300 micras, semicontinuo, dimensionado para procesar estiércol de cerdos, sobre una base de 70 animales de peso promedio 40kg, con tiempo de retención de aproximadamente veinte (20) días, de un volumen estimado de 11 m<sup>3</sup>, largo 6 m y diámetro de 1,83 m. Está soportado por una fosa de 2 m de alto, 2 m de ancho y 6 m de largo, rodeado de una pared 40 cm de altura para evitar que el agua de lluvia inunde la fosa. La fosa es cubierta con polietileno traslucido para proteger el silo bolsa (figura 2). El silobolsa es dos años de antigüedad.



Figura 2

El sistema consta de un tubo de 160 mm que proviene de los chiqueros con el estiércol diluido en agua, dos cámaras, una a la entrada y otra a la salida, en el mismo nivel de tal forma de evitar acumulación en volumen.

*De las visitas efectuadas y observación de instalaciones y funcionamiento:*

El sistema de toma de efluentes es apto, se encuentra en buenas condiciones, cuenta con canales de cemento al borde de los chiqueros los cuales permiten la correcta recolección del efluente y su transporte a la cámara de carga. No se observan obstáculos ni filtraciones.

La cámara de carga de cemento se encuentra en buenas condiciones, sin roturas o filtraciones con una correcta conexión de carga al silobolsa.

El silobolsa se encuentra en condiciones de deterioro por distintos agentes tanto físicos como químicos, debidos a su antigüedad y exposición a la intemperie, con signos de daño ocasionados por la exposición al sol como el resecamiento, ocasionando que la bolsa pierda elasticidad haciéndola más vulnerable a cortes o rasgaduras por parte de agentes externos. Presenta grandes cortes en varias partes en especial en el extremo de descarga, con señales de rasguños ocasionados por animales.

También muestra una deformación plástica en forma de pera debido a la pérdida del muro contención perimetral de cemento ocasionado por la erosión.

Los niveles de operación gas-liquido se encuentran muy desproporcionados ya que la misma se encuentra inundada en un 90% de su volumen.

A la salida del reactor silobolsa se observan las cañerías y conexiones deterioradas, sin mantenimientos mínimos, cañerías muy extensas con arrollamientos y derivaciones en ramales tipo "T" en iguales condiciones, sin funciones, generando pérdidas importantes de carga.

No existe un sistema adaptado para toma de muestra para el biogas como difícil accesibilidad al domo del reactor.

Las conexiones de salida del silobolsa no cuentan con filtros para retener compuestos azufrados, los cuales generan olores y deterioros en las homallas de las cocinas en la combustión.

Las instalaciones perimetrales del silobolsa no disponen de los debidos cerramientos perimetrales para evitar el ingreso de los animales, los cuales rasgan la bolsa con sus pezuñas, tampoco existe protección contra malezas, así por ejemplo avanzan plantas enredaderas que también contribuyen a las rasgaduras e intentan adentrarse en la bolsa por los cortes.

La cámara de salida del biol se halla en buenas condiciones con una correcta conexión para descarga pero en el tramo de conducción corriente abajo hacia la parte de huertas es notorio el avance de vegetación dificultando seguimiento operativo.

La instalación no cuenta con ningún elemento de medición de parámetros como caudales líquidos y gaseosos, temperatura, ph, sustrato, como dispositivo para extracción de biosol dadas las características del silobolsa.

De lo conversado con el responsable de establecimiento y atendiendo a sus prácticas laborales, el sistema no opera de manera uniforme en lo referido al cargado de estiércol acondicionado al reactor, cantidad de animales disponibles en chiqueros como al seguimiento de las condiciones de reacción en el período, ni registros históricos de producción.

La provisión de servicios como el agua (de perforación) es crítica fundamentalmente a su alta alcalinidad (superior a 9)

*A modo de resumen, las condiciones operativas se sintetizan : el silobolsa trabaja produciendo un mínimo de gas con bajo aprovechamiento energético, donde se suman las condiciones de inundación en que opera y la inadecuada y extensa distancia de conducción a lugar de uso del gas generado, no existe sistema de almacenamiento del mismo.*

## 2.-Sobre instalaciones y reactor

Atendiendo a lo señalado precedentemente de identificación de factores críticos de manejo y proceso, y la posibilidad de adoptar variaciones y/o modificaciones para mejorar funcionamiento de la unidad y sus productos, se acuerda con el responsable del establecimiento siguiendo sus limitaciones ocupacionales y del equipo de asesoramiento, en un conjunto de acciones que se desarrollaron:

Propuesta de mejoras de funcionamiento de la unidad

- Limpieza de los malezales y espacios circundantes al bolsa para facilitar el acceso.
- Limpieza de la superficie exterior de la bolsa para facilitar las tareas de impermeabilización y facilitar acceso.
- Preparación de parches para sellar puntos de fuga de gases y pérdida de biol y sellado de roturas y cortes asegurando la integridad de la bolsa para el funcionamiento.

Se realizó la limpieza superficial de los alrededores de las roturas de la bolsa para realizar parches, para lo cual se utilizan trozos de polietileno para mantener la hermeticidad y

también se le añade en conjunto capas de media sombra para brindar refuerzo a las tensiones que se ocasionaran cuando la bolsa se infle, para ello se ocupa silicona acética en suficientes cantidades a modo de lograr un correcto cierre hermético (figuras 3 y 4)



Figura 3



Figura 4

- Anulación de derivaciones de caño que producen pérdidas de carga y no son aprovechables como la reducción de los tramos de caño para disminuir extensión del recorrido del gas hasta el punto de aprovechamiento (cocina), para ello se cambiaron las conexiones de mangueras y se instala mecanismos de purga, llaves de paso y una pequeña base para toma de muestra del gas con su correspondiente filtro, como adecuación de trampas de condensados.

- Instalación de filtros para compuestos azufrados: se fabricaron y colocaron filtros de partículas y azufre de fácil mantenimiento, los cuales utilizan lana de hierro, de fácil obtención y económicos como sencillez en su remoción y reemplazo (figuras 6 y 7)

Figura 5



Figura 6

Figura 6



Figura 7

- Instalación de un sistema para el muestreo de gases (figura 8) como efectuar el cerramiento del perímetro del silobolsa con materiales a disposición en establecimiento



Figura 8

Efectuadas las modificaciones señaladas se procedió a evaluar respuesta de comportamiento, procediendo al control de fugas en las instalaciones, control de las cámaras de carga y descarga de biol y generación del biogás.

Además se cerraron todos los posibles ingresos de a animales domésticos y de corral mediante cercas y alambrados y se colocó un pequeño portón para el acceso de personal.

Se procede a dejar el reactor en condiciones, compartiendo con el responsable del establecimiento acerca del uso del nuevo sistema y sus facilidades, dejando a su cargo el control de la evolución día a día mediante el acompañamiento comunicacional periódico.

### 2.1- *Determinaciones de campo y laboratorio*

Las determinaciones sobre características del biogas (una vez realizado el acondicionamiento del reactor descrito) incluyen composición en CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> y condiciones de ph en el reactor como medida de temperatura en el mismo.

Para tales fines se implementó sistema de muestreo de gases y medición en cromatógrafo de gases.

#### a) *Descripción de muestreo y detalle equipo CG*

Para el análisis de los productos de la gasificación de las experiencias efectuadas, se emplea un cromatógrafo de gases SRIGC 310C, con detector de conductividad térmica y columna empacada RESTEK Shin Carbon ST 80/100 ID 2,00mm L 2m, gas transportador (He) al equipo, disponible en laboratorio del equipo de trabajo disponiéndose muestra patrón de mezcla de CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>.

El muestreo se efectúa a través del tubo montado especialmente sobre la parte superior del silobolsa.

El dispositivo de muestreo consta de una bolsa tedlar de 500ml con un aspirador flexible y una varilla de vidrio para acceder a la toma de gases (figura 12). La bolsa se encuentra en un recipiente que actúa como cámara de vacío, así cuando se abre la bolsa y se hace vacío en la cámara, aquella se carga con los gases. Al comenzar la experiencia la bolsa se encuentra

cerrada al vacío, y se abre a unos 20 segundos de realizar la recolección de la muestra de los gases (figura 9)

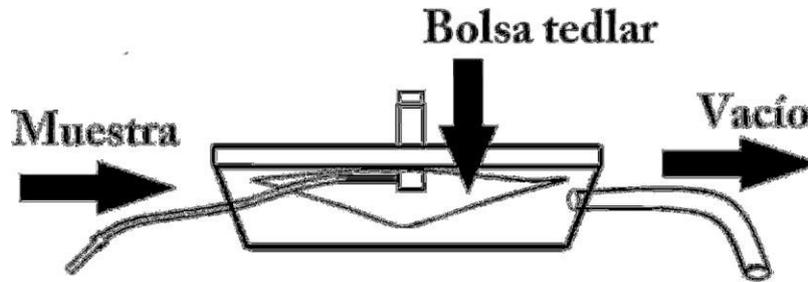


Figura 9

Se garantiza, para el éxito del muestreo, el vacío generado mecánicamente.

Las bolsas Tedlar, de tamaño de 0.5 l, son livianas y muy sencillo uso, con válvula de polipropileno, constituidas en resina polimérica de fluoruro de polivinilo (PVF), de un espesor de 0.002 ", de muy baja permeabilidad.

El registro de ph dio valores adecuados, en derredor de valor medio de 8. El perfil térmico del silo bolsa se muestra en imagen (figura 10)



Figura 10

Con el reactor funcionando en estas condiciones se ilustra la buena generación de biogas y la llama producida en su combustión (figura 11), de correctas características.



Figura 11

Los valores de concentraciones en las muestras gaseosas, en período de funcionamiento correcto del reactor, dieron valores entre 46-50% CH<sub>4</sub> y 24-28% CO<sub>2</sub>(V/V), con presencia de oxígeno y nitrógeno, que marca no completa anaerobiosis y aún no completa reacción para generar los compuesto gaseosos principales del biogás, aunque muy escasa presencia de forma oxidada (CO). Resultados obtenidos con mayor porcentaje de CH<sub>4</sub> no se consideran totalmente confiables pues requiere excesiva extrapolación del contenido de la muestra patrón. Estos resultados, auspiciosos, coinciden con la generación de llama obtenida, al combustionar. Se acompaña imagen cromatograma típico (figura 12).

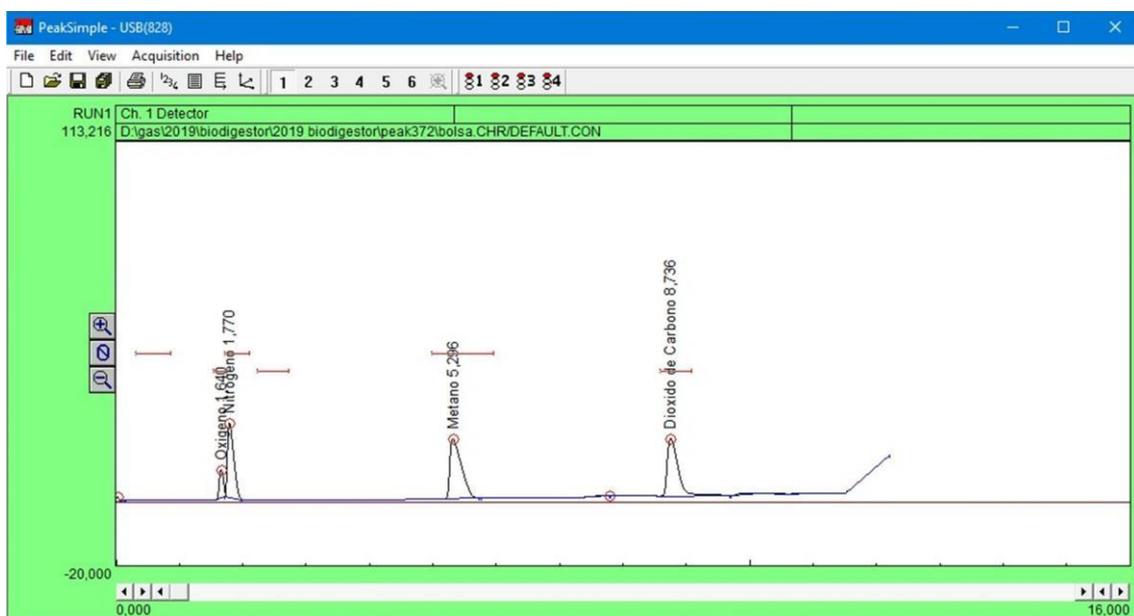


Figura 12

## 2.2- Unidad en planta piloto

En razón de pensar en la continuidad temporal (más allá del lapso del proyecto actual) se ha construido e instalado una unidad demostrativa en la planta piloto de la FCEQyN, a escala planta piloto.

Consiste en un tanque plástico de 200 litros, para operación batch, con los dispositivos de alimentación sustrato, conducción de gases generados, purga de lodos, junto a un sistema de medición manométrico de columna para seguir caída de presión reactor como determinación indirecta de volumen de gases producidos. La unidad (figura 12) se halla en ajuste para su uso y eventual vinculación y transferencia.



Figura 12

### 3- Conclusiones

En la actualidad el productor nota grandes mejorías en la producción y calidad del gas y se nota más seguro y capacitado en el manejo del reactor y producción.

El mismo declara mejor rendimiento, pudiendo abastecerse de suficiente gas para llevar a cabo la cocción diaria de alimentos y provisión de agua caliente para diversas actividades en las que se incluye labores de saneamiento. Con frecuencia el silobolsa vuelve a presentar cortes nuevos debido a su antigüedad y condiciones ambientales y meteorológicas, se recurre nuevamente a parchar.

Hoy el reactor produce biogas continuamente y el grupo de asesoramiento se encuentra en permanente contacto con el productor responsable del establecimiento.

Son varias las acciones a consolidar en futura interacción como la determinación precisa de niveles de producción de gas en el tiempo, la de biol y eventualmente biosol, como dotar de alternativas de proceso, estudiadas en planta piloto, siempre sujetas a las limitaciones propias de la unidad silobolsa.

Respecto a la vinculación obtenida con el productor-propietario se considera ampliamente positiva, no sólo en lo atinente al núcleo objeto del proyecto y el anhelo de mantenerlo en el tiempo, sino a la posibilidad de extender la vinculación a otras áreas propias del marco socio-productivo del establecimiento.

### BIBLIOGRAFIA

-Nyifi I. A., Irtwange S. V., Bako T., “Design and Construction of a Tube Storage Device for Biogas Using Motorized Compressor”, *International Journal of Science and Qualitative Analysis*, vol 4(1): 20-26, 2018.

- Gavala H.N., Angelidaki I., Ahring B.K., “Kinetics and modeling of anaerobic digestion process”, *Adv Biochemical Eng/Biotechnol*, vol 181, 57-93, 2003.

- Kujawski O., Steinmetz H., “Development of instrumentation systems as a base for control of digestion process stability in full-scale agricultural and industrial biogas plants”, *Water Science & Technology*—vol 60 (8), 2055–2063, 2009
- Ek-Mex,j.e., Segura Correa, J.C, Garcia, L.B, Alzina López, A. , “ Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas”, *Tropical and subtropical agroecosystems*, vol 17, 447 – 462, 2014.
- Rivas Solano,O., Faith Vargas,M., Guillén Watson,R., “Biodigesters: chemical, physical and biological factors related to their productivity”, *Tecnología en Marcha*, 47-53,2016.
- Tabarquino Muñoz,V.H., González Salcedo,L., Will,A.L.E, “Estimación del volumen de un Biodigestor tipo balón usando redes neuronales artificiales”, *Informador Técnico*, vol 80(1), 41-48,2016
- García Zabaleta,R.S., Alamo Viera,M.A., Aldana,M.D.M., “Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región piura ”, *XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXIV- SPES)*, , 13 -17/11-2017
- Paz Hernández, Oscar , Martínez, G., Estrada,E., Messina, E.,Fernández, C.  
“Evaluación del balance de masa y energía para el diseño de un biodigestor de flujo continuo, para la generación de biogás a partir de biomasa residual de la ciudad de Tepic México”, *VISIR-RDEISA-2013*
- Menna,M., Branda,J., Murcia, G., Garín, E., Belliski, G., Moschione, E., “Metodología de bajo costo para la cuantificación de biogas en biodigestores de laboratorio ”, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 11, ISSN 0329-5184,2011
- Sossa,J.J Alvarez,R., “Modelación matemática del proceso de digestión anaerobia en condiciones de clima frío utilizando biodigestores tubulares ”, *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, vol. 3(3),. 81-93, 2016 –
- Souza,J., Schaeffer,L., “Sistema de Compresión de Biogás y Biometano” , *Información Tecnológica*, Vol. 24(6), 3-8, 2013