

Memorias del Encuentro Argentino de Ingeniería

- | Enseñanza de la Ingeniería-CAEDI
- | Gestión de la Educación en Ingeniería
- | Agrimensura, Geodesia y Ciencias de la tierra y el mar
- | Biotecnología y Bioingeniería
- | Materiales y Nanotecnología aplicada a los materiales
- | Desarrollo Tecnológico Social, Vinculación Universidad, Empresa y Estado
- | Ejercicio Profesional de la Ingeniería, Empresas y Servicios
- | Ferroviaria, Automotriz, Naval y Transporte
- | Alimentos y Agroindustria
- | Agronomía y Forestal
- | Energía, Energías Limpias, Energías Renovables y Eficiencia Energética
- | Ingeniería Sostenible, Gestión Ambiental y Cambio Climático
- | Innovación y Emprendedorismo en Ingeniería
- | Mujeres en Ingeniería y Cambio Social
- | Obras y Proyectos de Ingeniería, Infraestructura y Conservación del Patrimonio
- | Tecnología de la Información y Comunicación



Memorias del Encuentro Argentino de Ingeniería : edición 2022 / José Basterra...

[et al.] ; contribuciones de Carolina Orcola ; compilación de Martina Perduca ; prólogo de Nestor Braidot ; Jose Basterra. - 1a ed compendiada. - Corrientes : Universidad de la Cuenca del Plata. Secretaría de Políticas del Conocimiento, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4050-08-3

1. Ingeniería. 2. Educación. I. Basterra, José, prolog. II. Orcola, Carolina, colab. III. Perduca, Martina, comp. IV. Braidot, Nestor, prolog.

CDD 620.007

ISBN 978-987-4050-08-3



Factibilidad técnica para la producción de biogás a partir de residuos provenientes de la agroindustria en la provincia del chaco

Albornoz, Bárbara S.^{a, b}; Natalini, Bruno^{a, b}; Farias, Alejandro^c; Tenev, Daniela^c; Solari, Hernán^a; Duran, Jorge^d

^a Instituto de Estabilidad- Facultad de Ingeniería- Universidad Nacional del Nordeste

^b Instituto de Investigación para el Desarrollo Territorial y el Hábitat Humano-UNNE/CONICET

^c Grupo de Investigación sobre Temas Ambientales y Químicos (GISTAQ)- Facultad Regional Resistencia- UTN

^d Consultor Independiente

barbara.albornoz@conicet.gov.ar

Resumen

El propósito del siguiente artículo es dar a conocer el diseño y resultado de un estudio técnico elaborado para atender una demanda de un grupo de empresas pertenecientes al sector agroindustrial de la provincia del Chaco. La motivación de este sector productivo es avanzar hacia un proyecto de generación de energías renovables para el autoabastecimiento y la minimización del impacto ambiental.

El diseño del estudio se centró en conocer aquellos factores que resulten determinantes para evaluar la factibilidad técnica de instalar plantas de producción de biogás a partir de los residuos generados por la actividad de diferentes plantas de producción.

Esta evaluación fue llevada adelante y coordinada por el Grupo de Investigación de Análisis de Riesgos y Gestión Ambiental del Instituto de Estabilidad - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste, en colaboración con el Grupo de Investigación Sobre Temas Ambientales y Químicos de la Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional y un consultor independiente externo.

Los resultados obtenidos permitió comprender cuan relevante es el análisis geográfico y contextualizado de cada empresa. Asimismo, los resultados de los estudios indican que en todos los casos evaluados la instalación de plantas de biogás es factible con sus respectivas consideraciones. Asimismo, se logró identificar que: a) se requiere avanzar hacia una segunda etapa, donde será necesario determinar el potencial de biogás a escala de laboratorio; b) una tercera etapa, que consista en la evaluación económica de la instalación de una planta de biogás.

Abstract

This paper presents the design and results of a technical study that has been prepared at the request of a group of companies that carry out their activity in the field of agribusiness in the province of Chaco. The study aimed to assess the technical feasibility of installing biogas production plants using the waste generated by the activity of different production establishments. The motivation of the agro-industrial sector towards this type of technical evaluation lies in obtaining basic information that allows progress towards a renewable energy generation project for self-sufficiency and minimization of environmental impact.

This evaluation was carried out and coordinated by the Grupo de Investigación de Análisis de Riesgos y Gestión Ambiental (Risk Analysis and Environmental Management Research Group) of the Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste, in collaboration with the Grupo de Investigación sobre Temas Ambientales y Químicos (Research Group on Environmental and Chemical Issues) of the Regional Resistencia of the Universidad Tecnológica Nacional and an external independent consultant.

In this first stage, the results obtained indicate that in all the cases evaluated, the installation of biogas plants is feasible. Besides, it was possible to identify that it will be necessary to advance in a second stage, where it will be necessary to determine the biogas potential on a laboratory scale; and a third stage, which consists of the economic evaluation of the installation of a biogas plant.

Palabras clave: Biogás, Factibilidad, Agroindustria, Energías Renovables

INTRODUCCIÓN

La agroindustria es una actividad económica productiva que tiene el potencial de transformar sus desperdicios en valor agregado. En la agroindustria se identifican residuos importantes con un gran potencial de conversión anaeróbica en biogás [1]. En este sentido, determinar las características y procedencias de los desperdicios agroindustriales influirá en la selección de tecnología de procesamiento y transformación de desperdicios en energía.

Algunos de los beneficios asociados a la utilización de energía de biogás a partir del proceso anaeróbico, es que puede compensar costos operativos, reducir los problemas ambientales, como la contaminación del aire, el suelo, y el calentamiento global y por lo tanto mejorar la rentabilidad de las agroindustrias [2], [3].

En el contexto local (Chaco) no existe oferta de un paquete tecnológico para, por un lado, procesar el residuo como materia prima y que, a su vez, genere combustible para el autoconsumo. Tampoco están desarrollados los servicios para atender la instalación y mantenimiento de estas tecnologías. Esto crea una barrera para las industrias locales que tienen interés en invertir en la producción de biogás, puesto que para hacerlo deben tratar con proveedores extranjeros o de otras regiones sin tener parámetros claros para poder evaluar la idoneidad de los mismos o la pertinencia y calidad de sus propuestas técnicas y económicas. Ya hay antecedentes en nuestro país de fracasos debido a no contemplar esta situación [4]. Sin embargo, aunque de manera desarticulada, en la provincia existen las capacidades para realizar la introducción de estas tecnologías de manera económica y tomando riesgos de manera controlada.

En este artículo se propone dar a conocer el diseño y resultado de un estudio orientado a evaluar la factibilidad técnica para la instalación de plantas de producción de biogás a partir de los residuos generados por la propia actividad. El estudio se realizó para cuatro establecimientos frigoríficos y una granja de porcinos, radicados en la provincia de Chaco. Para poder realizarlo, debió crearse un grupo de trabajo ad-hoc que articuló las capacidades de dos universidades con sedes locales y un consultor externo independiente con residencia en CABA. Llevaron adelante el trabajo el Grupo de Investigación de Análisis de Riesgos y Gestión Ambiental (ARyGA) del Instituto de Estabilidad de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) asociado con el Grupo de Investigación Sobre Temas Ambientales y Químicos (GISTAQ) de la Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

El desafío en esta primera etapa de trabajo estuvo centrado en la caracterización y disponibilidad del

efluente, así como también, en la identificación del manejo previo del mismo. El impacto esperado en esta instancia de anteproyecto es contribuir a la generación de líneas de base que minimicen los riesgos en la toma de decisiones y que permitan avanzar hacia un proyecto de generación de energías renovables para el autoabastecimiento y la minimización del impacto ambiental.

METODOLOGÍA

Después de una etapa previa de diseño y planificación, referida a la revisión, identificación y selección de bibliografía y estudios técnicos concernientes a la producción de biogás, el trabajo se dividió en cuatro etapas. La primera, de relevamiento y valoración, se ocupó de identificar el manejo del efluente y de caracterizar sus parámetros a partir de ensayos en laboratorio para cada uno de los establecimientos.

La segunda etapa, de selección, consistió en analizar y determinar -a partir de la información obtenida en la primera etapa- la tecnología adecuada para cada uno de los establecimientos.

La tercera etapa, de estimación y elección, consistió en calcular las dimensiones de los digestores -en base a los datos obtenidos en la segunda etapa; así como seleccionar el sitio de emplazamiento del digestor para cada uno de los establecimientos.

La cuarta etapa, de evaluación, consistió en la estimación de la factibilidad técnica para la instalación de una planta de generación de biogás a partir de los resultados de las etapas anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera etapa

Se realizaron dos visitas a los establecimientos que han permitido identificar aquellas fases del proceso productivo donde se generan residuos. Las mismas se encuentran representadas en la tabla 1 y 2 respectivamente:

Tabla 1: Identificación de generación de efluentes en proceso productivo para los establecimientos frigoríficos.

Zona	Proceso	Efluente/sólido generado en el proceso
Corrales	Lavado de corrales y animales en manga	Mezcla líquida de estiércol, orines, tierra
Zona Sucia	Noqueo y Desangrado	Líquido con bajo contenido de residuos orgánicos.
	Remoción de cabeza, pezuñas y cuero.	Líquido con bajo contenido de residuos orgánicos.
Zona Intermedia	Despanzado	Líquido con contenido ruminal.
Zona Limpia	Corte de medias y lavado	Líquido con bajo contenido de residuos orgánicos.
	Lavado de menudencias	Líquido con contenido ruminal, agua del lavado de panzas y agua de cocción
Sala de oreo	Lavado de sala de oreo	Líquido con detergente y cloro
Cámaras	Lavado de cámaras	Líquido con detergente y cloro

Fuente: Elaboración propia en base a material suministrado por la empresa

Tabla 2: Identificación de generación de efluentes en proceso productivo para los establecimientos granja porcina.

Zona	Proceso Involucrado	Efluente/sólido generado en proceso
Galpón de gestación	Inseminación y gestación.	Mezcla de agua de limpieza con deposiciones de las madres.
Galpón de maternidad	Parición y lactancia.	Mezcla de agua de limpieza con deposiciones de las madres y lechones.
Galpón de destete	Alimentación de adecuación.	Mezcla de agua de limpieza con deposiciones de los cerdos
Galpón de desarrollo y Engorde	Alimentación adecuada para el	Mezcla de agua de limpieza con deposiciones de los cerdos

	desarrollo y engorde final	
--	----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia en base a material suministrado por la empresa

Asimismo, se realizaron ensayos de laboratorio de muestras correspondientes a los efluentes de cada uno de los establecimientos. Los parámetros evaluados aquí, han sido considerados los mínimos necesarios. A continuación, se lista los resultados más relevantes obtenidos para cada uno de ellos:

- pH: básico encontrándose dentro de los parámetros recomendados para el ingreso a un biodigestor anaeróbico;
- Alcalinidad: aceptable, no requerirá de acondicionamiento dentro del digestor.
- Sustancias solubles en éter etílico (SSEE): presencia de grasas.
- Demanda química orgánica (DQO): los valores permiten justificar un tratamiento anaeróbico.
- DQO filtrada y Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5): marcan la posibilidad de una degradación biológica del efluente.

En algunos casos además de los mencionados anteriormente, se pudieron ensayar nitrógeno total, sólidos totales, disueltos, volátiles y suspendidos. No obstante, en esta instancia no se pudo ensayar carbono total, pero esto no impide la posibilidad de determinar la degradación anaeróbica, ni del potencial de generación de biogás.

Segunda etapa

Se observó que en general el efluente final en todos los casos de establecimientos frigoríficos posee una instancia de pretratamiento donde se van reteniendo la mayor cantidad de sólidos hasta su disposición final. En la evaluación se obtuvo que 70% de la materia orgánica se encuentra disuelta. En base a esta relación se hace más adecuado el uso de un reactor del tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket). No obstante, para el caso de la granja porcina se obtuvo que un 47% de materia orgánica se encuentra disuelta. Para este establecimiento se hace más adecuado el uso de un Digestor Anaeróbico.

Tercera etapa

Se estimó que para los establecimientos frigoríficos el volumen del reactor UASB se encuentra entre los 90 y 200m³, y para el Digestor Anaeróbico el volumen debería estar entre los 600-1100m³. Asimismo, para el establecimiento granja de porcinos se estimó que el

volumen del digestor anaeróbico estaría entre 1000-1300m³ aproximadamente.

En cuanto al sitio de emplazamiento, es decir el área donde se ubicará el digestor, se siguieron distintas recomendaciones sugeridas por el Manual de la FAO [4]:

- Debe estar entre la salida de los efluentes y las lagunas facultativas;
- Debe poseer una pendiente adecuada para facilitar el transporte y salida del mismo;
- Debe estar lejos de cualquier fuente de agua para evitar contaminaciones;
- Debe estar protegido de los vientos fríos;

En este sentido, se sugirió en todos los casos analizados que la localización de una futura planta de biogás debe estar próximos a las lagunas de tratamiento o bien usar el área de las lagunas de tratamiento para su instalación.

En esta tercera etapa, adicionalmente se pudo determinar las posibilidades de uso del biogás generado por cada establecimiento. Se pudo identificar que para los establecimientos frigoríficos el rango de biogás a generar es de 70-530m³. Y para el establecimiento granja de porcinos está entre 1000-1500m³ de biogás por semana. Teniendo en cuenta estos valores, en el caso de los frigoríficos se podría economizar aproximadamente entre 12-37% del consumo de leña usado para abastecer la caldera. En el caso de la granja, los valores generados de biogás superarían la demanda requerida de litros de GLP semanal para alimentar los equipos de calefacción.

Cuarta etapa

A continuación, presentamos en la tabla 3 una síntesis de los aspectos más relevantes de estimación de la factibilidad técnica para la instalación de una planta de generación de biogás a partir de los resultados de las etapas anteriores:

Tabla 3: Síntesis de valoración de aspectos técnicos.

Aspectos Técnicos	Disponibilidad/ Resultados	Valoración
Determinación de Parámetros de la muestra de efluente en laboratorio	El efluente puede ser degradado de manera biológica; El tratamiento puede producirse por un mecanismo anaeróbico;	Factible
Selección de reactores en función del contexto productivo y las características del efluente generado en el establecimiento Frigorífico	Reactor UASB Digestor anaeróbico	Factible
Dimensionamiento de la planta de biogás en función de la generación de efluentes (Frigoríficos/Granja)	Volumen del reactor UASB 90-200m ³ Volumen del digestor 600-1100 m ³	Factible
	Volumen del digestor 1000-1300 m ³	Factible
Localización de la planta de biogás	Próximos a las lagunas de tratamiento; Usar el área de las lagunas de tratamiento para su instalación;	Factible
Posibilidades de uso del biogás generado	Caldera existente en la planta; Ahorro de leña estimado del 12-37%	Factible
	Ahorro de litros de GLP estimado	Factible
	Generación de energía eléctrica (volumen de biogás generable insuficiente con el caudal actual de efluente);	No Factible (caso de frigoríficos)
	Generación de energía eléctrica	A Evaluar (caso de la granja)

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los ensayos de laboratorio determinaron que en todos los casos es posible la degradación anaeróbica y la generación de biogás.

Se pudo determinar que los establecimientos frigoríficos acondicionan sus efluentes separando y atrapando la mayor cantidad de sólidos posible en todo el sistema antes del ingreso a las lagunas de

tratamiento. Esto hace que el reactor UASB sea el sistema ideal para este tipo de efluente. A la inversa, para el establecimiento granja de porcinos considerando que el efluente durante todo el proceso no se aplica ningún acondicionamiento, el reactor acorde a este tipo de muestra de efluente es el Digestor Anaeróbico.

En cuanto a la localización se estableció que el lugar más óptimo para la instalación de la planta de biogás es próximo a las lagunas de tratamiento, o bien usando el área de las lagunas de tratamiento.

Por otra parte, se pudo conocer las posibilidades de uso del biogás generado por cada establecimiento, en donde los frigoríficos se beneficiarían reduciendo el consumo de leña y la granja de porcinos reduciendo el consumo de GLP.

Estas etapas desarrolladas y presentadas hasta aquí sientan las bases para posteriores desarrollos y para la posible instalación de tecnología que colabore tanto en el tratamiento de efluentes líquidos y al mismo tiempo en la generación de energía que contribuya a satisfacer la demanda en estos establecimientos.

AGRADECIMIENTOS

A la buena voluntad, paciencia y espíritu emprendedor de las de las empresas involucradas y a la buena disposición del Ministro de la Producción del Chaco y sus funcionarios.

REFERENCIAS

- [1] Kivaisi, A.K.; Rubindamayugi, M.S.T. (1996). The potential of agro-industrial residues for production of biogas and electricity in Tanzania. *Renewable Energy*, 9(1-4), 917-921.
- [2] Tait, S.; Harris, P.W.; McCabe, B.K. (2021). Biogas recovery by anaerobic digestion of Australian agro-industry waste: A review. *Journal of cleaner production*, 299, p. 126876.
- [3] Hidayati, S.; Utomo, T. P.; Suroso, E.; Maktub, Z. A. (2019). Technical and technology aspect assessment of biogas agroindustry from cow manure: case study on cattle livestock industry in South Lampung District. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 230, No. 1, p. 012072). IOP Publishing.
- [4] FAO; MINPRODUCCION; INTI; SECENERGÍA (2019). Relevamiento Nacional de Biodigestores. Colección Documentos Técnicos N°6. Recuperado de: http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Relevamient

[o%20Nacional%20de%20Biodigestores_10-7-2019.pdf](http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Relevamiento%20Nacional%20de%20Biodigestores_10-7-2019.pdf)

- [5] FAO; MINENERGIA; PNUD; GEF (2011). Manual del Biogás. Vol. 120. Proyecto CHI/00/G32. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>