

# Adaptación de un digestor portátil hogareño para la realización de ensayos *in situ* en la industria avícola

Cápsula educativa



Fernando Carlos Raffo\* ; Eduardo Antonio Velazquez ; Ayrton Haudemand ; Eliseo Muller 

Grupo de Energías Limpias y Adaptación al Cambio Climático (GELACC), Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional, Uruguay

\*fcraffo@frcu.utn.edu.ar

## Resumen

El presente trabajo fue realizado por el Grupo de Energías Limpias y Adaptación al Cambio Climático (GELACC), de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional (FRCU-UTN) y trata de la adaptación de un digestor portátil hogareño, al que se le incorporaron sistemas de control y operación para la realización de ensayos *in situ* de generación de biogás en la industria avícola. La decisión de realizar un ensayo *in situ* en vez de uno de laboratorio, se debió a que estos permiten generar información en el ámbito productivo, y demostrar la viabilidad de las propuestas técnicas en el lugar y con las condiciones existentes; por lo que el compromiso de la contraparte, para llevar adelante los proyectos, es mayor.

## Palabras clave:

Biogás; Industria; Avicultura; Ensayo.

## Adaptation of a home portable digester for on-site trials in the poultry industry

## Abstract

The present work was carried out by the Clean Energies and Adaptation to Climate Change Group (GELACC), of the Concepción of Uruguay Regional Faculty of the National Technological University (FRCU-UTN) and deals with the adaptation of a home portable digester, to which control and operation systems were incorporated to carry out on-site biogas generation tests in the poultry industry. The decision to carry out an on-site test over the laboratory test was due to the fact that they allow for the generation of information in the production field, demonstrating the viability of the technical proposals on-site and with existing conditions, for which the commitment of the counterpart to carry out the projects is greater.

## Keywords:

Biogas; Industry; Poultry farming; Testing.

**Forma de citar:** Raffo, F. C., Velazquez, E. A., Haudemand, A., & Muller E. (2022). Adaptación de un digestor portátil hogareño para la realización de ensayos *in situ* en la industria avícola. RedBioLAC, 6(2), 43-46.

## Introducción

La producción avícola en la República Argentina es una actividad en expansión, en la provincia de Entre Ríos. Es relevante, ya que se concentra más del 50,0 % de la faena nacional de pollos parrilleros. En esta situación la resolución de problemas ambientales generados por la industria frigorífica ha llevado a muchas empresas a buscar alternativas para mejorar su performance ambiental. Hay un caso de un digestor de tipo laguna cubierta, que existe desde hace más de 10 años y a lo largo de este tiempo ha venido generando biogás de manera estable.

En este contexto, desde el GELACC se observó que existe la posibilidad de replicar esta experiencia en más de 10 frigoríficos que funcionan en el territorio provincial, todos con sistemas lagunares para el tratamiento de efluentes líquidos, y para esto es necesario establecer el potencial de generación de biogás. Por lo anterior se determinó que era apropiado realizar un ensayo *in situ* en las condiciones reales de funcionamiento en la industria.

Para ello se adquirió un digestor comercial de baja escala, al que se le incorporaron sistemas de control, operación y almacenamiento de datos. Desde el 2018 el equipo ha sido colocado en tres frigoríficos y actualmente se está iniciando el cuarto ensayo.

## Descripción del material de apoyo

El digestor adquirido por el GELACC es de tipo hogareño, de origen chino, está compuesto por una estructura metálica cubierta con una lámina de material plástico resistente a la luz solar, un digestor tipo bolsa de material plástico con gasómetro incluido, con una capacidad para líquido de 1700 l y para gas de 1300 l, una boca de carga y una salida de acero inoxidable.

Para la conducción, procesamiento y consumo del biogás se dispuso de un filtro de biogás de tipo cartucho relleno con óxido de hierro peletizado, una bomba de conducción de biogás con un caudal de 40 l/min, un deshidratador de material plástico, un caudalímetro ultrasónico de 0-4 m<sup>3</sup>/h de rango de medición y un quemador de biogás con dos hornallas. Como primer paso se armó el digestor en el laboratorio para estar familiarizados con los componentes, se siguieron las instrucciones de los tutoriales existentes en la web y se le agregó una válvula de seguridad (Figura 1).

El sistema de calefacción consistió en una bomba de recirculación de líquidos de 125 w, con un caudal nominal de 25 l/min, un depósito de 200 l aislado, una resistencia eléctrica de 1500 w, con termostato, 25 m de manguera flexible y llaves de paso (Figura 2).



Boca de entrada y bomba de recirculación



Salida y válvula para toma de muestras



Armado de la estructura y colocación de la bolsa



Figura 1 | Armado del equipo en el laboratorio.



Figura 2 | Componentes del DPE y accesorios.

**Equipo de control:** cumple con la función de controlador del digestor portátil y fue diseñado y construido por el GELACC. Se compone de un microcontrolador Arduino modelo Mega, con circuito complementario (Shield) empleado como datalogger, constituido por una memoria microSD para almacenamiento de los datos y reloj de tiempo real RTC DS1307 para un registro temporal de los datos. Además, el controlador posee entradas de sensores de temperatura DS18B20, que censan la temperatura interior del biodigestor con una precisión de 0,1 °C, y salidas relé para activación de contactores de comando de bomba de recirculación y sistema de calefacción. Para la extracción de datos almacenados el controlador posee comunicación Bluetooth, que genera un enlace punto a punto con una PC en la cual se desarrolló una aplicación para tal fin. También incluye sistema de comunicación a la red celular por un módulo SIM800L, esto permite enviar la información por medio del protocolo MQTT a un bróker y almacenamiento en la nube. El costo del digestor más los accesorios y el armado de los equipos de control fue de US\$ 1700, sin incluir el analizador de biogás (Figura 3).

### Objetivos de aprendizaje

Se buscó brindar información confiable a la industria para la transformación de lagunas de tratamiento convencionales en digestores del tipo de laguna cubierta, transfiriendo al medio productivo el conocimiento generado en los ensayos *in situ*, con la participación de alumnos, profesores y personal técnico de las empresas.

### Descripción de la aplicación práctica

Se estableció una metodología en la cual, en el digestor portátil de estudio (DPE), se reprodujeron las condiciones hidráulicas y físicas del efluente ingresante a las lagunas. El biogás obtenido en los ensayos se cuantificó en litros a través del caudalímetro y se caracterizó con un analizador portátil de biogás (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, O), lo que permite, con una relación de proporcionalidad, determinar la energía térmica potencial del efluente y el ahorro por sustitución de combustibles como autoconsumo, y su impacto en la disminución de la huella de carbono.

Para ello, la colocación y el armado del DPE se ubicó lo más cercano posible al canal de ingreso de la laguna anaeróbica para facilitar la carga y descarga de este, la distancia está condicionada a la existencia de energía eléctrica, de accesibilidad y seguridad a la circulación de vehículos. El volumen de carga diaria se realizó en función del volumen disponible en la laguna y del caudal diario promedio y estuvo en el orden de los 200 a 300 litros según el ensayo. Para lograr una representatividad de la variación de la producción, en la muestra se utilizaron diversas estrategias, según el caso y la disponibilidad de recursos, como la de obtener una muestra compensada con tomas en diferentes momentos de la faena y en otros de forma puntual en el intervalo más representativo de esta.

Teniendo en cuenta que la temperatura es una variable clave para la generación de biogás, en los ensayos se determinó un límite inferior de 25 °C, debajo del cual la producción

de biogás es mínima. En función de la temperatura de ingreso del efluente a las lagunas se determinó un intervalo de trabajo que pueda ser mantenido en las situaciones reales de funcionamiento, y que estuvo entre los 25 y 30 °C. La medición de biogás se realizó con el caudalímetro que tiene una precisión de 1 l y con una frecuencia semanal se hicieron lecturas de contenido de metano con un analizador portátil de biogás. El gas es conducido por la cañería a través de la bomba, luego de lo cual es quemado en la hornalla.

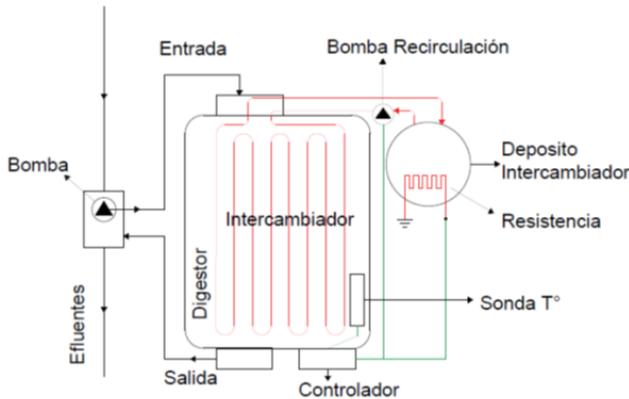


Figura 3 | Esquema de conexiones del DPE.

La operación del DPE, según el ensayo estuvo a cargo del personal designado por la empresa con la capacitación del GELACC, o por los integrantes del grupo. El tiempo mínimo para asegurar una serie de datos confiables fue de 30 días para cada tipo de ensayo que se realizó.

El cálculo del biogás generado en el DPE se realizó diariamente durante los días de producción (22 días al mes). Para la validación del mismo se tomaron al menos 4 semanas de generación continua. Para el cálculo del potencial de generación de biogás en la laguna anaeróbica se supuso una relación de proporcionalidad y linealidad entre esta y el DPE, aplicándose una operación aritmética.

$$GBL(m^3/día) = \frac{QL(m^3/día) * GBDPE(m^3/día)}{CD DPE(m^3/día)}$$

GBL: generación de biogás en la laguna anaeróbica (m<sup>3</sup>/día).

GBDPE: generación de biogás en el DPE (m<sup>3</sup>/día).

QL: caudal ingresante a la laguna anaeróbica (m<sup>3</sup>/día).

CD DPE: carga diaria DPE (m<sup>3</sup>/día).

Con el porcentaje de metano promedio del biogás obtenido con las mediciones realizadas con el analizador portátil, se calculó el potencial de generación de este y se le asignó un poder calorífico de 8500 Kcal/m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Posteriormente se realizaron las conversiones según el tipo de combustible utilizado, como energía térmica en las industrias, en cada caso se calculó el porcentaje de sustitución para auto consumo, y con los datos históricos del costo en U\$ que pagan las empresas se calcularon los ahorros por sustitución.

## Resultados contextualizados

Sin duda, una de las lecciones aprendidas fue la gran experiencia generada al grupo de trabajo al poder llevar un equipo de control desarrollado para funcionar en un ámbito de laboratorio, a uno industrial, donde se debió soportar condiciones de ruido eléctrico en su alimentación y diferentes interferencias electromagnéticas propias del lugar de instalación. Esto obligó a realizar múltiples rediseños hasta llegar a la versión final que presentó un funcionamiento seguro y robusto. Se procedió a colocar en la fuente de alimentación un filtro de línea y limitadores de tensión. Además se incorporaron aislaciones por medio de opto acopladores, en las activaciones y lectura de las señales intervinientes en el control del biodigester.

La adaptación y transformación de un digester hogareño en uno de estudio e investigación fue positiva, se cumplió con los objetivos planteados de brindar información confiable para la transformación de lagunas anaeróbica en digestores, siendo esta una forma de visibilizar y concientizar a las empresas sobre los beneficios y las oportunidades del uso del biogás.

Para el GELACC estos ensayos además de los beneficios académicos en la formación de recursos humanos generan un recurso económico que ayuda a financiar la continuidad de las investigaciones, ya que estos se realizan a través del reglamento de trabajos a terceros de la institución educativa.