

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A ESCALA PILOTO A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA

Perusia, Valentina¹

¹Grupo de Procesos Biológicos en Ingeniería Ambiental. Departamento de Medio Ambiente.
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas FICH-UNL

Director/a: Morero, Betzabet

Codirector/a: Seluy, Lisandro

Área: Ingeniería

Palabras claves: Biodigestor piloto, Residuos frigoríficos, Metales.

INTRODUCCIÓN

La digestión anaeróbica (DA) es un proceso biológico que descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno, generando biogás y digestato, una mezcla de productos minerales. El biogás, rico en metano, puede utilizarse como fuente de energía. El aporte óptimo de oligoelementos es necesario para el crecimiento y el metabolismo microbianos en los procesos de digestión anaeróbica (DA). Esto se debe a que la metanogénesis, la vía metabólica final durante la DA, implica la participación de varias enzimas, como la de monóxido de carbono deshidrogenasa/acetil-CoA sintasa (Cdh) o la metil coenzima M reductasa (Mcr). Estas enzimas catalizan pasos metabólicos claves y requieren un aporte suficiente de Fe, Ni y Co (Ortner et al., 2015).

El presente proyecto apunta al estudio del potencial de producción de metano de diferentes residuos de la Provincia de Santa Fe, específicamente a los residuos provenientes de la industria frigorífica. Se estudió la producción de metano de los residuos por separado, así como también mezclas de los mismos. Finalmente, se discutió el impacto de la composición de los residuos en la producción de biogás, en base a las caracterizaciones de los sustratos y digestatos obtenidos durante el proceso.

OBJETIVOS

- Analizar las diferencias en el volumen de biogás producido por distintas mezclas de residuos y sus posibles causas.
- Evaluar la suplementación de metales (especialmente hierro) como estrategia para optimizar la producción de biogás.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto, se llevaron a cabo ensayos de co-digestión en un reactor de tanque agitado continuo (CSTR) a escala piloto (1000 litros), en una industria frigorífica ubicada



Título del proyecto: Optimización de la co-digestión de residuos agrícola-ganaderos y residuos sólidos urbanos, como herramienta para el tratamiento y valorización energética.
Instrumento: CAID
Año convocatoria: 2021
Organismo financiador: UNL
Director/a: Morero, Betzabet

en la localidad de Nelson, Provincia de Santa Fe (ver Figura 1).



Figura 1: Biodigestor piloto.

Se evaluaron dos tipos de residuos generados en la industria frigorífica. El primero de ellos correspondió a la fracción sólida de la corriente roja, separada mediante tamiz rotatorio, y que contiene principalmente sangre, restos de carne y otros subproductos de la faena de animales. El segundo consistió en la fracción sólida de la corriente verde, resultante del paso del efluente por un tamiz estático y que contiene los sólidos del contenido intestinal de los animales, contenido ruminal y del lavado de playas y camiones.

El biodigestor se puso en marcha inoculándolo con residuo verde, diluido en agua, de modo de obtener un 8% de sólidos totales (ST) en su interior, y se dejó en funcionamiento, sin alimentar, durante 40 días, donde se comenzó a observar producción de biogás. A partir de este momento, se comenzó con la fase experimental, alimentando el biodigestor diariamente con diferentes mezclas de los residuos verde y rojo, diluidos con agua para mantener una concentración de sólidos totales del 8% en la alimentación, operando el biodigestor a una temperatura de 35°C con agitación constante. Las mezclas evaluadas fueron: *m1* (100% ST del residuo verde); *m2* (90% ST verde – 10% ST rojo); *m3* (80 ST% verde – 20% ST rojo).

Cada mezcla se alimentó durante 30 días. Una vez cumplido ese tiempo, se realizó un ciclo de medición, determinando el volumen de biogás acumulado en el tiempo, durante tres días

seguidos, manteniendo la misma alimentación, y luego de eso, se comenzó la alimentación con la nueva mezcla. Posteriormente se calculó el volumen desplazado por día y se obtuvo un promedio de la generación horaria de biogás (en L/h) para las distintas mezclas. Además, durante los días de medición, se tomó muestra del digestato Tanto los residuos como el digestato se caracterizaron determinando según la muestra el contenido de humedad, materia seca, carbono orgánico total, nitrógeno total, pH, conductividad eléctrica, fósforo total, sodio total, potasio total, cenizas, sólidos totales y N-NH₄. Además, se enviaron muestras para determinar el contenido de metales (Fe, Ni y Co), resultados que no están disponibles a la fecha de presentación del trabajo.

RESULTADOS

Los resultados correspondientes al promedio de la generación horaria de biogás para las distintas mezclas se comparan en la Figura 2.

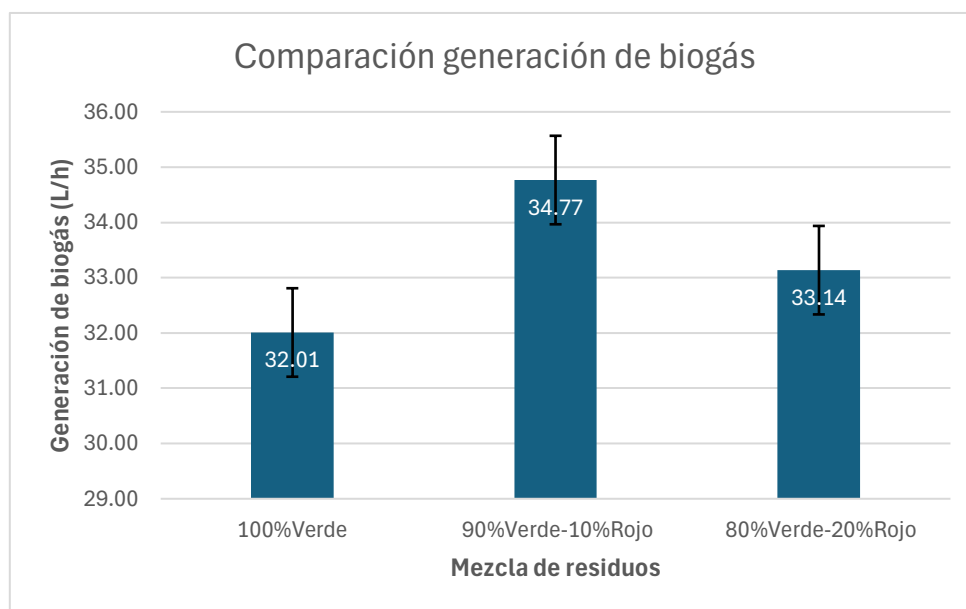


Figura 2: Gráfico comparativo de la generación de biogás para las distintas mezclas (las barras negras corresponden a las barras de error).

En la Tabla 1, se presenta la caracterización de los sustratos utilizados (verde y rojo) y de los digestatos obtenidos de dos de las mezclas evaluadas (el tercero aún no fue analizado).

Tabla 1: Caracterización sustratos y digestatos (los resultados se encuentran expresados en base seca).

Determinaciones químicas	Valor			
	Verde	Rojo	Biodigestato Frigorífico 90%V-10%R	Biodigestato Frigorífico 100 %V
Humedad (%)	81,8 ± 0,1	74,0 ± 0,2	-	-
Materia seca (%)	18,1 ± 0,1	25,5 ± 0,1	0,67 ± 0,02	0,48 ± 0,02

Carbono orgánico total (%)	51,6 ± 0,2	49,5 ± 0,1	-	-
Nitrógeno total (%) (mg L ⁻¹)	2,61 ± 0,05	4,70 ± 0,08	1575 ± 16,7	1078 ± 12,4
pH	6,8 ± 0,1	6,1 ± 0	6,6 ± 0,1	7,2 ± 0,1
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0,43 ± 0,1	2,3 ± 0,1	7,8 ± 0,2	6,9 ± 0,2
Fósforo total (ppm) (mg L ⁻¹)	2953 ± 31,7	3253 ± 0	118,2 ± 7,7	27,4 ± 4,2
Sodio total (ppm) (mg L ⁻¹)	2272 ± 54,3	4261 ± 85,1	895 ± 12,1	965 ± 14,3
Potasio total (ppm) (mg L ⁻¹)	1608 ± 30,4	1667 ± 31,9	175 ± 2,4	105 ± 1,9
Cenizas (%)	-	-	0,18 ± 0,02	0,17 ± 0
Sólidos totales (mg L ⁻¹)	-	-	1767 ± 53	1650 ± 15
N-NH ₄ (mg L ⁻¹)	-	-	1019,2 ± 19,1	739,1 ± 14,3

A modo comparativo, se observa que la segunda mezcla produce mayor cantidad de biogás que la primera. Esto podría asociarse a la presencia de la corriente roja en un 10% de los sólidos agregados diariamente. Respecto a la caracterización de las mezclas detalladas en la Tabla 1, se observa que la segunda contiene mayor cantidad de nitrógeno y fósforo total, nutrientes esenciales para el desarrollo de los microorganismos presentes en el biodigestor. El análisis del digestato, demuestra un mayor consumo de estos nutrientes (diferencia entre alimentación y salida) en la muestra 90% verde-10% rojo. Otro aspecto importante a considerar, es que el residuo rojo por su procedencia podría estar aportando mayores concentraciones de hierro, el cual, según diferentes investigaciones, favorece y acelera el proceso de producción de biogás en determinadas concentraciones (Choong et al., 2016). Sin embargo, cuando se agregó un porcentaje mayor de residuo rojo (tercera mezcla), el impacto no fue tan favorable, lo que nos permitiría concluir que, si bien el agregado de rojo mejora la generación de biogás, posiblemente por la concentración de minerales que posee, agregar mayor cantidad que la requerida, podría ser perjudicial para el proceso. Cabe destacar que los resultados obtenidos son a escala piloto y se espera validar los mismos a escala laboratorio, para esto, ya se envió a analizar el contenido de metales en muestras de los diferentes residuos utilizados.

CONCLUSIONES

El presente trabajo subraya la importancia de un enfoque detallado en la selección y combinación de residuos para su tratamiento, así como la necesidad de investigar más a fondo la suplementación de metales para optimizar el proceso de digestión anaeróbica. Si bien los resultados obtenidos hasta el momento son favorables y demuestran que los efluentes de frigorífico pueden ser utilizados para la producción de biogás, resulta esencial validar estos hallazgos a escala laboratorio para desarrollar conclusiones más sólidas.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. **Choong, Y., Norli, I., Zuhairi Abdullah, A., Firdaus Yhaya, M.** (2016). Impacts of trace element supplementation on the performance. *Bioresource Technology*. 209 (2016), 369-379.
2. **Ortner M., Rameder, M., Rachbauer, L., Bochmann, G., Fuchs, W.** (2015). Bioavailability of essential trace elements and their impact on anaerobic digestion of slaughterhouse waste, *Biochemical Engineering Journal* 99 (2015) 107–113.

