

Introducción

La producción de avícola en Uruguay se concentra en la región sur, donde la producción de huevos y pollos parrilleros generan el 26% de los residuos agroindustriales del país, los que anualmente se estiman en 3.300 TonST de Gallinaza (GA) y 81.000 TonST de Cama de Crianza (CC) (Benzano, 2016).

La CC y GA pueden ser valorizadas mediante Digestión Anaerobia (DA), de forma individual o mediante la Codigestión (Co-DA) de sus mezclas, produciendo biogás y digestato (Alatríste-Mondragón et al, 2006).

En Uruguay conviven 4 sistemas para la cría de aves, siendo la producción de huevos el subsector que cuenta con más variaciones productivas, lo que repercute en su potencial de valorización dadas las diferencias en su composición (Fig. 1).



Figura 1. Sistemas de producción y residuos generados en granjas avícolas. ^aIncluye aves en sistemas FR sin acceso al exterior. Elaboración propia en base a DIEA-MGAP (2016) (a) y Arenare, L. (2017) (b).

Objetivos

El objetivo de este proyecto es conocer el potencial de producción de metano tras la Co-DA de distintas mezclas de los residuos de granjas avícolas.

1. Estimar la generación y caracterizar fisicoquímicamente los residuos generados en granjas avícolas.
2. Determinar el Potencial Bioquímico de Metano (PBM) de los residuos y el efecto del sistema de producción de huevos en la producción de metano.
3. Optimizar las mezclas de Co-DA considerando las combinaciones de CC y GA que generen la mayor producción de metano.

Materiales y Métodos

- Caracterización fisicoquímica de los residuos mediante APHA (1992).
- PBM de CC, GA-FR, GA-AUT y GA-CONV y de sus mezclas en base a la Norma VDI 4630:2016 (VDI, 2016) y Holliger et al (2021) (Fig. 2).
- Evaluación de 9 mezclas de CC y GA, con 3 proporciones relativas distintas por cada tipo de GA. La relación CC:GA fueron definidas en base a la generación a nivel nacional en ST.

CC:GA = 24:1 - Aprovechamiento de todos los residuos

CC:GA = 12:1 - Uso de la mitad de la CC

CC:GA = 1:1 - Mezcla de residuos en partes iguales



Figura 2. Determinación de PBM utilizando el AMPTS II (Bioprocess Control). a. Reactores en batch. b. Lavado de gases. c. Medición y registro de volumen de CH₄ en línea.

Agradecimientos

Este proyecto se realiza en el LEM del IIBCE en conjunto con el ITR-CS de UTEC, en el marco del Proyecto INIA FPTA-374 que es ejecutado en colaboración con la Facultad de Agronomía de la Udelar, el Departamento de Microbiología del IIBCE y la empresa Uruferil.

Resultados

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de los residuos. a. Concentraciones expresadas en % de materia seca (m/m). b. Ensayos realizados por el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía (Udelar). c. Ensayos realizados en el Laboratorio de Ecología Microbiana (IIBCE).

Parámetro	Símbolo	CC	GA-FR	GA-AUT	GA-CONV	Unidad
Humedad	%HUM	42	16	76	47	% ^c
Sólidos totales	ST	583	839	244	534	gST/kg ^c
Sólidos volátiles (SV/ST)	SV	472 (81)	521 (62)	173 (71)	323 (60)	gSV/kg ^c (%)
Carbono	C	35	29	27	27	% ^{a,b}
Nitrógeno total (C/NT)	NT	3,5 (10)	2,9 (10)	5,3 (4)	3,7 (7)	% ^{a,b} (gC/gN)
Fósforo total (NT/PT)	PT	1,63 (2,1)	2,21 (1,3)	2,05 (2,6)	3,69 (1,0)	% ^{a,b} (gN/gP)
Calcio	Ca	2,2	9,0	8,0	9,8	% ^{a,b}
Magnesio	Mg	0,65	0,45	0,63	0,99	% ^{a,b}
Potasio	K	2,95	1,93	2,50	4,07	% ^{a,b}

- Alta variabilidad de la %HUM, relacionada con el tiempo acopio.
- Elevada proporción de materia orgánica (SV/ST>50%), determinando una alta producción de CH₄.
- GA-AUT tiene una alta concentración de NT (C/N baja), lo que podría inhibir el proceso de Co-A debido a la formación de NH₄⁺.
- CC y GA-FR presentan altas concentraciones de C (relaciones C/N altas), debido a la cáscara de arroz presente en las camas de crianza, y a la volatilización de NH₃ dados los largos periodos de acopio en los galpones.

Los resultados de PBM obtenidos confirman los efectos de la composición de los residuos sobre la producción de CH₄ (Figura 3). CC y GA-FR son los residuos con el valor más alto de PBM, lo que puede deberse a que son sustratos más equilibrados (mayor C/N) para la DA. Estas diferencias determinan una mayor producción de CH₄ cuando las excretas son mezcladas con residuos altos en C o al acopiar por tiempos prolongados.

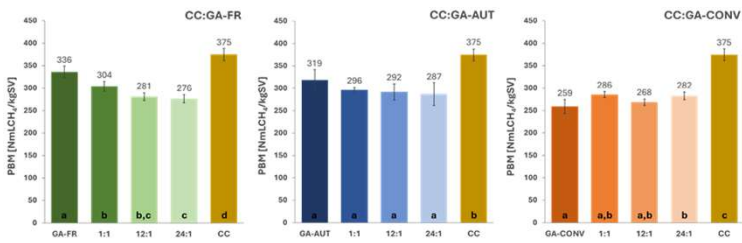


Figura 3. Resultados de PBM de los residuos y de mezclas CC:GA. Las letras indican diferencias significativas entre los resultados tras la realización del test de Tukey ($p < 0.05$).

El PBM de todas las mezclas estudiadas fueron menores que el obtenido para CC. Sólo la Co-DA de CC:GA-CONV (24:1) presentó un aumento significativo en el PBM con relación a la GA, no teniendo efectos para las mezclas CC:GA-AUT o incluso impactos negativos para el caso CC:GA-FR.

Conclusiones

Se estudio la producción de CH₄ tras la Co-DA de los residuos de granjas avícolas, donde se evidenció que el impacto del sistema de producción de huevos y de la proporción CC:GA no resultó ser significativo para la mayoría de los escenarios planteados.

Esto permitiría la implementación de un reactor anaerobio centralizado que pueda ser operado sin que los residuos utilizados afecten el desempeño del proceso. En consecuencia, se podrá utilizar toda la CC generada (24 veces mayor a la GA), siendo este el mejor escenario tecnológico.

Referencias

- Alatríste-Mondragón F, et al (2006). Anaerobic codigestion of municipal, farm, and industrial organic wastes: A survey of recent literature. *Water Environ. Res.* 78(6): 607-636.
- Benzano, F. (2016). Cuantificación de residuos generados en sectores agroindustriales uruguayos. Uruguay. DIEA-MGAP (2016). Encuesta postura comercial. Serie Encuestas N°340. Uruguay.
- Arenare, L. (2017). Informe carne de ave: Periodo 2015-2017. DIEA-MGAP. Uruguay
- APHA. (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 16 edition. Washington, D.C.
- Holliger, C., et al. (2021). Towards a standardization of biomethane potential tests: a commentary. *Water Science and technology*, 83 (1), 247-250.
- VDI 4630 (2006). Fermentation of organic materials - Characterisation of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests. Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Ed.), Berlin: 44-59.
- Williams, C. M. (2016). Poultry waste management in developing countries. *Poultry development review*. FAO