

**Optimización en la producción de ácido sulfhídrico (H₂S)
en la biodigestión de excretas de (ganado) vacuno**
Juan Manuel Oliveros Muñoz y José Antonio Martínez Villalba
Universidad Iberoamericana Torreón

Más allá de la controversia sobre el origen antropogénico del calentamiento global, está ampliamente reconocido que si continuamos inyectando en la atmósfera, de manera indiscriminada, gases de efecto invernadero (GEI), provocaremos un cambio todavía peor al que ya nos resulta evidente (UNEP, 2021). En este sentido, cabe resaltar que la ganadería es una de las actividades económicas que más GEI producen, especialmente la crianza de ganado vacuno, ya que dentro de su digestión y la descomposición de sus excretas se produce metano (CH₄), que es una molécula muy sencilla pero que, comparado con el famoso dióxido de carbono (CO₂), tiene un efecto invernadero 21 veces mayor (Steinfeld et al., 2009).

Una cabeza de ganado vacuno promedio produce entre 200 y 500 litros de CH₄ por día (Zúñiga, 2016), por lo que, con un estimado de 500 mil cabezas de ganado en La Laguna (Acosta, 2020), estaríamos contribuyendo con el equivalente a 10 veces el CO₂ que producen más de 730 mil vehículos automotores que hay en la región (Canedo, 2016), a razón de 0.02 Ton/año/vehículo, según estimaciones de Solís y Sheinbaum-Pardo (2016). En este contexto, aunque se trata una de las cuencas lecheras más grandes de América Latina, y este modelo no se replica en todas las ciudades, las cifras son alarmantes, porque permiten dimensionar el impacto de esta actividad económica a nivel nacional e incluso global.

Una de las estrategias para minimizar el impacto de los GEI de la ganadería es procesar las excretas para producir biogás, que es principalmente metano. Este biocombustible puede quemarse para producir calor, o incluso energía eléctrica mediante moto-generadores. Así se logra una reducción de 21 veces en el impacto de dicha actividad sobre el planeta; además, pensando en que el CO₂ es fijado por las plantas que luego come el ganado, estaríamos hablando de un combustible que materialmente se recicla; en términos biogeoquímicos, se puede decir que se recicla.

El problema con el uso directo del biogás, tanto en estufas caseras como en moto-generadores, es que, por la alimentación de las vacas, cuando se procesan sus excretas se produce un compuesto llamado ácido sulfhídrico (H₂S), que produce un olor desagradable (a huevo podrido), y además corroe las partes móviles e incluso el concreto de los dispositivos con los que tiene contacto, acortando su vida útil y haciendo esta actividad menos atractiva, desde el punto de vista económico, para el empresario ganadero.

En este estudio, se utiliza un modelo matemático (ADM1, por sus siglas en inglés) que describe las interacciones microbianas más importantes en el proceso de biodigestión, y muchas de las conversiones bioquímicas que sufren todas las moléculas implicadas, CO₂, CH₄, H₂S, entre otras. ADM1 se usó como laboratorio virtual en el que se probaron millones de escenarios posibles variando condiciones iniciales y de operación en la computadora, con lo que se encontró que, introducir una pequeña cantidad de aire en el proceso, atrapa ese H₂S dentro del biodigestor en una especie de ciclo biológico. Después del

proceso computacional, se verificó en el laboratorio y se confirmó que el modelo tiene predictibilidad y sus resultados son significativos.

Con los resultados del trabajo, el equipo participó en el XVIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, en 2019, y publicó un artículo en *Biochemical Engineering Journal*, una de las revistas más prestigiadas en el área de la biotecnología a nivel mundial (Oliveros et al., 2021). En un futuro cercano, se intentará extender los resultados para evaluar si son aplicables a digestores que procesan toneladas de excremento, y continuar profundizando en la cuantificación de detalles metabólicos dentro de sistemas tan complejos como éste, lo que eventualmente permitirá diseñar tecnologías para producir productos de alto valor agregado, que tiendan hacia una economía bio-basada, es decir, una economía con cero residuos, que sustituya la petroquímica por el procesamiento de residuos biológicos.

Referencias

- Acosta, C. (30 de marzo de 2020). En inventario 500 mil cabezas de ganado: JMCC. *El Sol de La Laguna*. Recuperado de <https://www.noticiasdelsoldelalaguna.com.mx/local/en-inventario-500-mil-cabezas-de-ganado-jmcc-5035030.html>
- Canedo, F. P. (22 de septiembre de 2016). Aumentan autos más que población. *El Siglo de Torreón*. Recuperado de <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1264979.aumentan-autos-mas-que-poblacion.html>
- Oliveros, J. M., Martínez, J. A., Jiménez, H., Luna, M. Y., Escamilla, C., & Ríos, F. J. (2021). Luus-Jaakola method and ADM1 based optimization of hydrogen sulfide in anaerobic digestion of cow manure. *Biochemical Engineering Journal*, 171, 108012.
- Solís, J. C., & Sheinbaum, C. (2016). Consumo de energía y emisiones de CO₂ del autotransporte en México y escenarios de mitigación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(1), 7-23.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & Haan de, C. (2009). *La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- United Nations Environment Programme, UNEP (2021). *Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies*. Nairobi: Author.
- Zúñiga, N. (2016). *Estimación de las emisiones en bovinos en los sistemas de producción lechera en pequeña escala a través del factor de conversión de metano*. [Tesis doctoral]. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.