

Metales pesados en residuos frutihortícolas destinados a la producción de biogás

Analía Pecchia, Ailén Vogel, Juan Cruz Villafranca y Andrea Hidalgo

Departamento de Biomatemática y Físico-Química
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Cuyo

¿Es factible encontrar metales pesados en residuos frutihortícolas que se destinarán a la producción de biogás?



El biogás es una fuente de energía renovable, producto de la degradación anaeróbica de materia orgánica. Consiste en una mezcla de gases (metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, etc.) originada por la acción de microorganismos sobre sustancias orgánicas en ausencia de oxígeno (anaerobiosis). Este tratamiento de digestión anaerobia constituye un proceso vital dentro del ciclo de la materia orgánica en la naturaleza. La importancia del biogás radica en su posible utilización para la generación de energía renovable y la valorización de residuos orgánicos.

La actividad metabólica involucrada en este proceso puede ser afectada por diversos factores. Entre los más importantes se encuentran, el tipo de sustrato (nutrientes disponibles), su concentración; la temperatura; el volumen de carga, el tiempo de retención hidráulica; el valor de pH (indica si la materia es ácida, neutra o alcalina); la proporción carbono/nitrógeno; el grado de agitación; y la presencia de compuestos inhibidores del proceso.

En concordancia con el último factor, Fernández, Vázquez y Martínez (2002) citan que los sistemas anaerobios son particularmente vulnerables a altas concentraciones de metales pesados. Sus efectos tóxicos están relacionados con las condiciones del proceso de biodigestión, especialmente con los niveles de pH. La fase metanogénica (última etapa del proceso), por ejemplo, es inhibida por cadmio, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc, y además por otras posibles sustancias tóxicas presentes. Para mayor conocimiento de las etapas del proceso de digestión anaerobia, consultar el Manual de biogás de la FAO.

En los mercados frutihortícolas de mayor concentración de Mendoza, también conocidos como ferias, se generan un promedio aproximado de 48 toneladas diarias de residuos. Al final de cada día, estos residuos son recolectados por camiones, y trasladados para su disposición final a



vertederos a cielo abierto; generando inconvenientes económicos, ambientales, y fundamentalmente sociales. Como alternativa que responda a estas problemáticas, se plantea la posibilidad de producir biogás a partir de los residuos de frutas y hortalizas generados por estos mercados. Como ya se mencionó anteriormente, la presencia de metales pesados podría inhibir al proceso de biodigestión. Partiendo de esa premisa, la presente investigación tuvo el objetivo de evaluar el contenido de zinc y plomo en muestras de residuos orgánicos que se destinarán a biodigestión para la obtención de biogás.



Se tomaron muestras mensualmente, a partir de los residuos de frutas y hortalizas en un mercado frutihortícola de Mendoza. Debido a que todos los residuos generados se disponen en carros colectores que luego se vacían en un depósito o tolva; seleccionamos al azar cuatro carros, y volcamos sus residuos sobre una lona (para evitar infiltraciones en el terreno). Seguidamente se realizó una separación manual, clasificándolos en material orgánico, madera, papel/cartón, metal, vidrio y plástico.

De la fracción orgánica clasificada, se tomaron muestras en baldes de 10 litros y las trasladamos hacia el laboratorio de análisis físicos y químicos de la Cátedra de Química General e Inorgánica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (Tabla 1).



Foto 1. Toma de muestras

Muestra	Residuo orgánico
A	perejil, pimiento, apio, naranja, papa, pan, tomate, palta, remolacha, ají, manzana, lechuga
B	lechuga, apio, rúcula, hojas de brócoli, espinaca
C	tomate, cítricos, hojas verdes, melón
D	melón, pepino, lechuga, zapallito, hojas de remolacha, espinaca, rúcula, acelga
E	berenjena, tomate, brócoli, pera, durazno, zapallito, pimiento, naranja, zanahoria, lechuga, acelga, perejil, remolacha, hojas de brócoli
F	zapallo, cebolla verdeo, mandarina, pomelo, camote, lechuga, hoja de hinojo, apio, repollo, ají, pera

Tabla 1: Frutas y hortalizas que conformaban las muestras analizadas

En el laboratorio se seleccionaron aleatoriamente las muestras A, B y F; luego se trituraron manualmente, y fueron depositadas en el freezer en porciones más pequeñas.

Para la extracción de los metales en estudio, se empleó el método EPA 3050B, que fue validado para su utilización en las muestras recolectadas, ya que es utilizado para digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos.

Con el fin de verificar y determinar posible contaminación externa, se ejecutó la técnica por duplicado, utilizando un blanco de reactivos (en el cual se aplicaron las mismas operaciones, pero sin muestra).

Por último, los recipientes con las muestras digeridas fueron trasladados a la Facultad de Ingeniería de la UNCuyo, para analizar la concentración de zinc y plomo por medio de espectrofotometría de Absorción Atómica con llama (FLAA).



Los resultados obtenidos reflejan la presencia de Zn (zinc) en las muestras "B" (promedio 13,5 ppm) y "F" (promedio 15 ppm), no siendo detectada en la muestra A. Resulta prudente remarcar que límite de detección del equipo utilizado es de 5 ppm (partes por millón), es decir, detecta la presencia de Zn a partir de 5 ppm; por lo cual, concentraciones menores a la misma no son advertidas.

Análisis	Unidad	Muestra A		Muestra B		Muestra F		LD	Equipo
		A1	A2	B1	B2	F1	F2		
Zinc (Zn)	mg/kg	ND	ND	10	17	14	16	5	AA200
Plomo (Pb)	mg/kg	ND	ND	ND	34	ND	ND	10	AA7000

Tabla 2. Concentraciones de zinc y plomo halladas en las muestras analizadas

LD: límite de detección

ND: el equipo utilizado no detectó concentración del metal en cuestión

En cuanto al contenido de Pb (plomo), la mayoría de las muestras analizadas no evidenciaron presencia de este metal, siendo su límite de detección de 10 ppm. Esto puede significar que el Pb se encontraba ausente en los residuos de frutas y hortalizas, o que su concentración era tan baja que no pudo ser detectada por el equipo utilizado.

El zinc tiene efecto inhibitorio de la digestión anaeróbica si se encuentra disuelto a concentraciones mayores que 150 ppm. Asimismo, Wills y Naranjo (2004) demuestran que el plomo a partir de concentraciones de 1000 ppm inhibe la metanización, y que a concentraciones próximas a 2000 ppm inhibe un 50 % de la producción de metano. En concordancia con dichas aseveraciones, el conjunto de resultados obtenidos indica que las



concentraciones de zinc y plomo presentes en las muestras analizadas no inhibirían su metanización, ya que se hallan notoriamente por debajo de valores inhibitorios. Desde dicho punto de vista, los residuos frutihortícolas que analizamos podrían ser utilizados para producir biogás.

El tratamiento de estos residuos orgánicos mediante digestión anaerobia, es una alternativa que permitiría no sólo la obtención de energía en forma de biogás, sino también la valorización de los mismos. Al mismo tiempo ofrecería una ventaja adicional; ésta sería la obtención del digestato, residuo sólido, que es potencialmente utilizable como fertilizante de suelos.

Resulta importante difundir el uso de esta tecnología, para aportar alternativas tecnológicas que tiendan a una reducción del impacto ambiental negativo que provoca la disposición inadecuada de agro-residuos y, de este modo, que nos encaminen a mejorar la calidad de vida de la población.

Palabras claves: Desechos agrícolas – Residuos – Piensos – Metales pesados - Alimentos para animales

Referencias bibliográficas

- Bautista Buhigas, A. (2010). Sistema biodigestor para el tratamiento de desechos orgánicos (Estelí, Nicaragua). (Proyecto fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid).
- Emison (2017). Biogás. Recuperado de
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe [FNR]. (2010). Guía sobre el Biogás. Desde la producción hasta el uso. Gülzow, Alemania.
- Fernández Villagómez, G., Vázquez Borges, E., y Martínez Pereda, P. (2002). Inhibidores del proceso anaerobio: compuestos utilizados en porcicultura. *Ingeniería*, 6 (3), 67-71.
- Hilbert, J. A. (2011). Manual para la producción de biogás. Recuperado de
- Ministerio de Energía del Gobierno de Chile [MINENERGIA], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Global Environment Facility [GEF]. (2011). Manual de biogás. Santiago de Chile, Chile: Varnero, M., T.
- Pecchia, A., Ferreyra, A., Mendoza, F., Carrasco, E., Medina, R., e Hidalgo, A. (2017). Residuos agroindustriales y biogás. Del problema a la oportunidad. *III Encuentro Latinoamericano de Universidades Sustentables*, 1(1), 416-426. Recuperado de
- United States Environmental Protection Agency [EPA]. (1996). Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils (2). Washington, DC.
- Wills, B., y Naranjo, F. (2004). Evaluación del efecto tóxico del acetato plomo y el cloruro de cromo sobre el metabolismo bacterial anaerobio. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (32), 17-25.