

# OPTIMIZATION OF ANAEROBIC CODIGESTION PROCESSES OF LIGNOCELLULOSIC MATERIALS OF DIFFICULT DEGRADATION WITH RESIDUES FROM ANDEAN LIVESTOCK

Washington Orlando Meneses Quelal

## RESUMEN

El acceso a fuentes de energía moderna en las áreas rurales de la región andina es uno de los factores principales para disminuir la pobreza ya que su acceso proporcionaría beneficios ambientales, económicos y sociales. Pese a los esfuerzos de buscar fuentes alternativas para subsanar el déficit energético, aún existen millones de personas que sufren la falta de accesibilidad a fuentes de energía moderna, situación que se debe a los altos niveles de pobreza bajo los cuales se encuentran inmersos. Junto a este inconveniente se suma el enorme incremento de residuos agrícolas en las comunidades andinas. Residuos que provienen de las actividades agrícolas, y que podrían ser perjudiciales para el medio ambiente si no se toman medidas adecuadas. Lamentablemente, en muchos países en desarrollo donde se generan grandes cantidades de estos residuos, se sabe poco sobre sus posibles riesgos y beneficios si no se gestionan adecuadamente. Uno de los enfoques más interesantes para abordar esta problemática, es el desarrollo de la gestión sostenible de los residuos orgánicos agrícolas de la región, transformándolos en recursos para la generación de energía renovable (biogás) y fertilizantes orgánicos (digestato). Esta solución permitiría dar una valorización energética a los residuos de la agricultura de la zona, sobre la cual basan su economía, y a la vez contribuiría a una mayor gestión de los residuos evitando el incremento de la contaminación ambiental.

Con la finalidad de contribuir al desarrollo energético y mejorar el paradigma de la gestión de residuos en el área andina de Guaranda (Ecuador), la presente Tesis Doctoral aborda la evaluación del potencial bioquímico de metano (BMP) de los residuos orgánicos agrícolas de la región. Se realiza una cuantificación sistemática de la producción de biogás mediante la transformación bioquímica de residuos orgánicos agrícolas, que comprenden: sustratos principales (residuos de estiércol de vicuña, llama y cuy, y residuos de matadero de ganado vacuno) y cosustratos (residuos de paja de amaranto, quinua y trigo). El objetivo general de esta investigación de doctorado se ha llevado a cabo en cuatro fases: (I) Caracterización de la materia prima mediante el análisis elemental y proximal a través de los cuáles se estimó el rendimiento teórico y la biodegradabilidad de los sustratos y cosustratos, (II) Rendimiento de la codigestión de residuos orgánicos agrícolas con mezclas de lodos de aguas residuales en biodigestores batch, (III) Análisis de los efectos sinérgicos y antagónicos durante la monodigestión y codigestión de las materias primas y (IV) Evaluación de la cinética microbiana de la digestión anaerobia mediante los modelos de Gompertz modificado, transferencia, ecuación logística, modelo del cono y Richards modificado.

En la caracterización fisicoquímica se determinó que las relaciones SV/ST de los sustratos y cosustratos oscilaron entre 58 y 77% con una relación C/N entre 12 y 102, lo que indicó que estos residuos son materias primas adecuadas para la producción de metano. En todos los ensayos un aumento de la cantidad de inóculo mejoró la biodegradabilidad de los sustratos y por consiguiente la producción metano; así, en la monodigestión se tuvo

incrementos de hasta 90% y en la codigestión incrementos del 71%. Todas las mezclas produjeron efectos sinérgicos, donde los mayores porcentajes de metano se dieron cuando las mezclas de residuos de amaranto, quinua y trigo fueron del 50 y 75% de sólidos volátiles. Independientemente de la SIR1:1 y la SIR 1:2 se mejoró la producción de metano de la codigestión al incrementar el porcentaje de cosustrato especialmente de residuos de amaranto y quinua. Los mejores resultados de todos los ensayos realizados se obtuvieron en los biodigestores compuestos por residuos de matadero y residuos de quinua, donde se obtuvieron producciones de metano entre 581 y 555 ml/g VS. En lo que respecta al modelado cinético del proceso de digestión anaerobia se pudo comprobar que todos los modelos ajustaron bastante bien los valores experimentales con los pronosticados. En la monodigestión, en todos los modelos logísticos, las asíntotas calculadas se ajustaron con mucha precisión el rendimiento específico (Me) lo que hizo que no varíen más del 7,06% con respecto a los datos experimentales, mientras que el modelo del cono generó diferencias entre la producción experimental de metano y Me del orden del 26%. Igualmente, en la codigestión, el modelo cono generó grandes diferencias (20 y 30%) entre la producción experimental y Me. De todos los modelos logísticos y complejos el modelo de la transferencia ajustó bastante bien los resultados ya que en muchos ensayos se obtuvo un R<sup>2</sup> superior al 99% y valores de RMSE inferiores al 2 ml/g SV. Sin embargo, la predicción de metano de los modelos cinéticos dependió de la materia prima empleada, ya que no todas las mezclas tuvieron el mismo comportamiento.