

Evaluación del potencial biológico y caracterización físico- química del residual porcino¹.

Assessment of potential biological and physical-chemical characterization of residual porcine

Levis A. Valdés González., Yamile Jiménez Peña, Yania Pérez Gómez. Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA). levis@ciba.fica.inf.cu

Resumen

El presente estudio centró su atención en un digestor de primera generación, tipo cúpula fija de 23 m³ de volumen operacional con tratamiento secundario y laguna de estabilización, ubicado en una finca de pequeños productores privados especialidad porcino. El efluente proveniente del tratamiento anaerobio es utilizado como principal fuente para el fertiriego y aplicación de abono orgánico para sus cultivos. Para lograr los resultados previstos se evaluó el potencial biológico disponible en los residuales porcinos de la finca y se determinaron los principales parámetros físico-químicos de los residuales, mediante una caracterización de los mismos a nivel de laboratorio, además se realizó una minuciosa revisión bibliográfica que recoge de manera explícita los avances alcanzados a nivel internacional y nacional en tratamiento de residuales porcinos y el posterior uso de los lodos provenientes del tratamiento y de los residuales líquidos. Se realizaron ensayos de laboratorio, basados en la medición de los Potenciales Biológicos de un número significativo de muestras tomadas del proceso real que arrojaron resultados concretos sobre las mejores variantes de aplicación del residual al digestor en cuanto al grado de dilución a que son aplicados, al mismo tiempo que se realizó un estudio físico - químico de los principales componentes del afluente a la planta de tratamiento para determinar entre otros aspectos la variabilidad del pH y la DQO en condiciones de tratamiento anaerobio. La tecnología estudiada y propuesta en este proyecto para su generalización al resto de las fincas privadas de producción porcina, alcanza altos grados de remoción de la materia orgánica y rendimientos en la producción de biogás que coinciden con las medias históricas registradas en la bibliografía para este tipo de tratamiento 0,4 m³ Biogás/m³ de Reactor, equivalente a 9.3 m³ de Biogás diario. Por otro lado la variante de aplicación del residual porcino dilución 1:1 demostró ser la más apropiada para este tipo de tratamiento al alcanzar un mayor grado de remoción de la materia orgánica y mejores tiempos de retención hidráulica

Abstract

This study focused on a first-generation digester, fixed dome type operational volume 23 m³ of secondary treatment and stabilization pond located in a private smallholder farm pork specialty. The effluent from the anaerobic treatment is used as the main source for fertigation and application of organic fertilizer for their crops. To achieve the expected results are evaluated the biological potential available in the pig-farm waste and identified the key physical and chemical parameters of the residuals, by characterizing them in the laboratory, also carried out a thorough literature review to explicitly reflects the progress made at international and national swine waste treatment and subsequent use of sludge from the treatment and liquid waste. Laboratory tests were conducted based on the measurement of the biological potential of a significant number of samples taken from the actual process that yielded concrete

¹ Ponencia presentada en el III Congreso de Gestión Ambiental de la VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 2 al 6 de Julio de 2007. Palacio de Convenciones de la Habana, Cuba.

results on the best application of residual variants to the digester in the degree of dilution that are applied at while a study physical - the main chemical components of the influent to the treatment plant to determine inter alia the variability of pH and COD in anaerobic treatment conditions. The technology studied and proposed in this project to its generalization to other private farms pig production reaches high levels of removal of organic matter and yield in the production of biogas that match historical averages recorded in the literature for this type Biogas treatment $0.4 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ reactor, equivalent to 9.3 m^3 Biogas daily. On the other hand, the variant of application of residual pig 1:1 dilution proved to be the most appropriate for this type of treatment to achieve a higher degree of removal of organic matter and better hydraulic retention times

Palabras Clave: POTENCIALES BIOLÓGICOS, RESIDUALES PORCINOS, DIGESTOR, BIOGAS, TRATAMIENTO DE RESIDUALES

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas sostenibles para el tratamiento de los residuales procedentes de la crianza animal de forma intensiva, constituye una tarea priorizada en la esfera científico técnico a escala mundial. En este sentido es de especial interés, en países poseedores de masas ganaderas que oscilan por encima de las medias mundiales para distintas especies, como es el caso de China, Estados Unidos, Brasil y la U.E. En Cuba las actuales condiciones económicas favorecen el aumento del número de propietarios privados que dedican sus esfuerzos a la crianza porcina, con el consiguiente incremento de la carga orgánica vertida al medio ambiente.

Las características y beneficios derivados de la Digestión Anaerobia han dado lugar a que este proceso se conciba no sólo como un método de descontaminación de residuos orgánicos, sino también como una vía sostenible para la generación de energía y nutrimentos (Pérez, 1998; Ruvirosa y Sánchez, 1998; Pérez y cols, 2000 y 2001). No obstante, la inmensa mayoría de la investigación y desarrollo tecnológico hasta el presente, se habían canalizado hacia la producción de Biogás y son puntuales los trabajos con un enfoque integral que contemple el uso de los desechos sólidos y líquidos de los birreactores anaerobios.

En las condiciones actuales, la Planta de Tratamiento de Residuales Porcinos con tecnología de Digestión Anaerobia ubicada en la finca integral en estudio, representa una alternativa para el tratamiento de los residuales de alta carga orgánica que se generan en pequeñas fincas de crianza intensiva de esta especie, al mismo tiempo que constituye una importante fuente de energía renovable, pues la tecnología propuesta generaría metano el cual se prevé utilizar para la sustitución gradual del combustible doméstico utilizado por los pequeños productores, por otro lado se propone el estudio de los lodos excedentes y los efluentes líquidos tratados para su utilización como posibles agentes beneficiadores de suelo y la influencia de las dietas aplicadas a los animales en los rendimientos de la tecnología en estudio.

En esta etapa del proyecto se caracterizó y se evaluaron los principales indicadores físico-químicos del residual porcino, cuantificando los valores del potencial biológico del afluente sometido a variantes de aplicación al digester, con vistas a lograr un uso óptimo de éste en la planta de tratamiento anaerobio.

OBJETIVOS

- Evaluar el potencial biológico disponible en los residuales porcinos de la finca.
- Determinar los principales parámetros físico-químicos de los residuales, mediante una caracterización de los mismos a nivel de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaran sobre la base de campañas de muestreos periódicas (4 veces al mes), en la finca de pequeños productores especialidad porcino, el número de corridas experimentales se estimará de acuerdo con lo sugerido en la Norma ISO 5667/ 1-2:1990 (lodos y aguas residuales). Las muestras se tomarán en el punto de vertimiento de la nave de ceba. Para las determinaciones de Volumen y Presión de biogás producido se cuenta con un Biological Gas Pressure BGP, equipo que permite realizar mediciones de presión a volumen constante en el interior de reactores de laboratorios, así como con una serie de 18 Minireactores Anaerobicos Bach con la totalidad de condiciones para simular procesos de digestión anaerobia a pequeña escala, lo cual permitirá establecer relaciones directas entre los resultados experimentales y la planta objeto de estudio, tales como Tiempo de Retención Hidráulica, Degradación de Materia Orgánica, Producción de Biogás, pH y Temperatura entre otros.

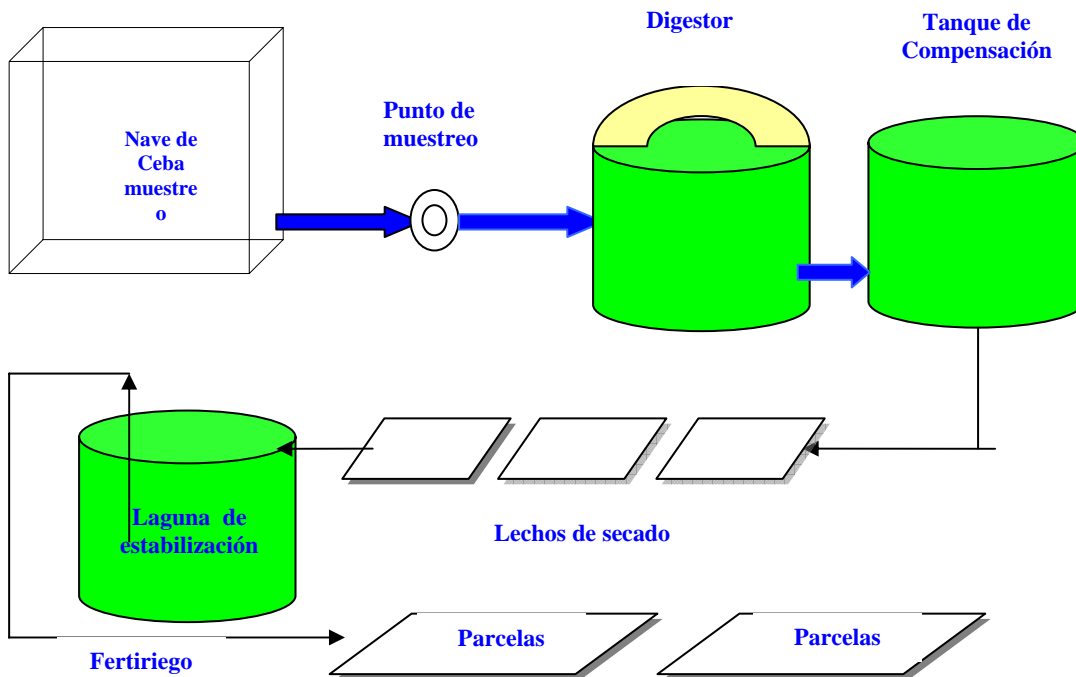


Fig.1. Planta de Tratamiento Anaerobio

Una vez caracterizado el residual porcino proveniente de la ceba de cerdos, se procedió a establecer distintos tratamientos experimentales del residual, específicamente se experimentó con el grado de dilución a pH constante, mediante el montaje de un experimento totalmente aleatorio, con 6 Unidades Experimentales por variante de tratamiento, las variantes de tratamiento fueron: variante I residual en el estado de alimentación actual al digestor (residual crudo), variante II dilución una parte de agua por una parte de residual crudo, variante III dilución tres partes de agua por una parte de residual crudo, el análisis de estos resultados permitió establecer los rangos óptimos de aplicación del residual crudo al Digestor Anaerobio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los indicadores fundamentales obtenidos, luego de caracterizado el residual porcino crudo, a nivel de laboratorio se expresan en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización a nivel de laboratorio del residual porcino crudo

No	Muestra:	Temp(°C)	pH	SS (ml/L)	SF (ml/L)	DQO (mg/l)	% de Rem
1	Salida Residual Cochiguera	26	8,03	800	0,2	2636,26	
2	Salida Digestor	29	7,39	300	15	1227,52	53,4

El residual en sus distintas variantes de tratamiento fue sometido a un proceso de digestión anaerobia en minidigestores anaerobios Bach que simulan las condiciones de tratamiento a nivel de escalado, los resultados de laboratorio obtenidos se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización a nivel de laboratorio del residual luego de sometido el residual a un proceso de digestión anaerobia en minidigestores anaerobios Bach

No	Muestra:	Temp (°C)	pH	SS (ml/L)	SF (ml/L)	DQO (mg/l)	% de Rem
1	Mezcla del 1 al 5 (Res. Crudo)	25	6,30	700	5	1242,85	52,8
2	Mezcla del 6 al 10 (Res. 1:1)	25	6,53			777,77	70,4
3	Mezcla del 11 al 15 (Res. 3:1)	25	6,76			450	82,9

Durante el proceso de digestión anaerobia en Reactores Bach del Residual Porcino, se monitoreo de forma sistemática la producción de biogás y el aumento de presión en el interior de los reactores, para las distintas variantes de aplicación, por un período de aproximadamente un mes, con el propósito de determinar en cuales de los casos se obtenían mayores rendimientos en la producción de gas, el tiempo en el cual se obtenían estos valores y los mejores niveles de remoción de la Carga Orgánica, los resultados obtenidos se expresan en la Fig. 2.

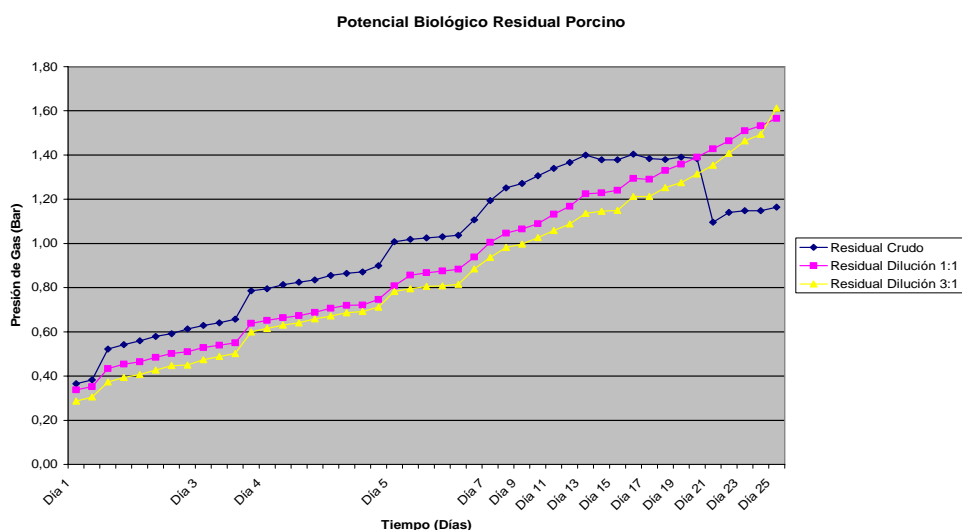


Fig. 2. Evaluación de Potencial Biológico del Residual porcino

Como se puede observar en el gráfico, se demuestra que la variante de tratamiento No.1 alcanzó el potencial máximo de producción de biogás entre los 12 y 16 días de tratamiento, es decir antes de las restantes variantes, pero al mismo tiempo se observa una caída brusca en la producción en el día 20 de tratamiento, lo cual pudiera indicar una inhibición del proceso, motivado por la detención del régimen metanogénico y el consumo brusco de la materia orgánica; en cambio la variante No.2 de tratamiento (Residual Dilución 1:1) alcanza su nivel óptimo de producción de biogás a partir del día 25, observándose una tendencia a la producción más estable y una mayor concordancia con el tiempo de retención hidráulica (TRH) estimado para reactores de primera generación, en el caso de la reducción de la carga orgánica se pudo observar una remoción del 70%, por encima de la variante de tratamiento No. 1 en un 18 %. La variante de tratamiento No.3 (Dilución 3:1) tuvo un comportamiento similar a la No. 2 en cuanto a su potencial de producción de biogás, no así en la remoción de la carga orgánica, la cual fue de 82,9%, dado fundamentalmente por un comienzo del experimento con una menor carga orgánica debido a la dilución empleada.

El comportamiento del pH y la Temperatura durante el proceso se comporto de manera normal, observándose un reducción del pH mayor a nivel de laboratorio que el expresado en el proceso real, dado en lo fundamental por la reducción del volumen de operación en los minidigestores y la posible influencia del CO₂ y el H₂S, no obstante los pH observados experimentan un decrecimiento, en concordancia con lo que ocurre en el proceso a nivel de planta.

CONCLUSIONES

1. Los Potenciales Biológicos y los niveles de remoción de materia orgánica observados a nivel de laboratorio coinciden plenamente con los expresados en la planta, por lo que se puede afirmar que la simulación del proceso en minidigestores anaerobios alcanza un alto grado de acercamiento al proceso real.
2. La variante No. 2 de tratamiento alcanza una mayor estabilidad en la producción de biogás y un alto nivel de remoción de la materia orgánica, comparable con la establecida para esta tecnología a nivel mundial, al mismo tiempo que se acoge a los TRH de digestores de primera generación.
3. La aplicación de la variante de tratamiento No.3, podría conllevar a altos consumos de agua, lo cual en las condiciones de pequeñas fincas pecuarias ocasionaría serios problemas a los productores, al no poder contar con fuentes abundantes de este vital recurso.

RECOMENDACIONES

- Recomendamos como mejor variante la utilización del residual porcino con una dilución de una parte de agua por una parte de residual, con lo cual se alcanzaría una mayor remoción de la materia orgánica que la que hoy se expresa, se obtendría un rendimiento en la producción de biogás más estable y no se afectaría considerablemente el consumo de agua en la finca, al poder recircularse parte del agua destinada al fertiriego proveniente del propio proceso.
- Continuar estudiando las distintas variantes de aplicación del residual al digestor anaerobio, en cuanto a otros parámetros, como el pH, buscando

extremos en el proceso que pudieran influir positiva o negativamente en el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA (American Public Health Association). 1995. Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 19th ed., APHA-AWWA-WEF, Washington, USA, 1812p.
- Angelidaki, I. & Ahring, B. K. 1998. Anaerobic digestion of manure at different ammonia loads: effect of temperature. *Water Research*, 28(3):727–731.
- Angelidaki, I. & Ahring, B. K. 1999. Methods for increasing the biogas potential from the recalcitrant organic matter contained in manure. II International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, Vol I, Barcelona, Spain, 15-17 June, p. 375 – 380.
- Benítez, F.; Sánchez, E.; Montalvo, S.; Travieso, L.; Ramos, C.; Milán, Z. & Rovirosa, N. 1998. Tratamiento de residuales porcinos. División de Estudios sobre Contaminación Ambiental. Reporte Técnico, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, 100p.
- Bermúdez, Rosa C.; Valdés, W. & Díaz, E. 1993. Fermentación anaerobia en la producción de biogás. *Compilación Bibliográfica*. Centro de Estudios de Biotecnología Industrial, Universidad de Oriente, Stgo de Cuba, 50p.
- De Baere, L. 1999. Anaerobic digestion of solid waste: state of the art. II International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste, Vol I, Barcelona, Spain, p. 290 – 299.
- Chao, R.; del Rio J. & Leal. M. 1996. Tratamiento integral de residuales porcinos. *Compte Rendude la Quatriñe*, Reunión du Comité Intercaraibe, 12 noviembre, La Habana, 6p.
- Domínguez, P. L. 1997. Reciclaje y aprovechamiento de residuales y residuos de origen agropecuario. Taller Internacional hacia una agricultura tropical con menos uso de energía fósil. 29 octubre – 1 noviembre, La Habana, p. 12-24
- Fides, A. 1994. Lodos digeridos porcinos en la agricultura: materiales de estudio. II Taller de capacitación sobre bioabono, compost y biogás. San Julián, Bolivia, 18-28 marzo, 37p.
- Khan, S. 1998. Costs of Anaerobic Digesters, Grameen Trust Report, April, 8 p.
- Juantorena, A. 2000. Alternativas para el tratamiento del residual porcino. Parte I: *Tecnología Química*, 20(2): 69–76