

# Estimación de la contaminación generada por producciones porcinas en Camagüey

## Technical Note

### Estimation of Pollution Caused by Swine Productions in Camagüey, Cuba

Sarah I. Barreto Torrella y Humberto Valera de Moya

Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba

sara.barreto@reduc.edu.cu

## INTRODUCCIÓN

En Cuba la producción de alimentos constituye una prioridad estratégica del estado (PCC, 2016), específicamente la rama porcina que debió alcanzar en 2010 la cifra de 225 mil toneladas (Sosa *et al.*, 2017). La producción descansa en 135 granjas de producción y 4 681 campesinos vinculados mediante convenios (Empresa Provincial Porcina, 2017); los últimos se encargan, principalmente, de la ceba, que aporta mayor contaminación al medio ambiente (Barreto y González, 2008).

Muchas unidades productivas no cuentan con sistemas eficientes de tratamiento de aguas residuales (Sosa *et al.*, 2017), por lo que afectan negativamente al medio ambiente (Barreto y González, 2008; Méndez *et al.*, 2009; Wakia *et al.*, 2018). Debido a su contribución de materia orgánica, nitrógeno y fósforo se buscan, cada vez más, medios y métodos para tratarlos y disponerlos al medio ambiente con menor agresividad (Ye, Song, Wang y Zhu, 2016); (Wakia *et al.*, 2018).

Una evaluación de las características de la masa animal, el manejo, tratamiento y disposición de los residuales líquidos considerando los indicadores de contaminación puede ofrecer un estimado de la contaminación que se genera al medio por estas instalaciones (Barreto y González, 2008). (Méndez *et al.* 2009). En este trabajo se determinan, a partir de indicadores, el volumen y características de las aguas residuales que vierten cinco unidades productoras de Camagüey.

## DESARROLLO

Se evaluó cualitativamente el sistema de tratamiento de residuales de cinco unidades productoras del municipio Camagüey, mediante la inspección y entrevistas, respecto a la forma en que se limpia, frecuencia y alimentación que reciben y se estimó la contaminación a partir de los indicadores referidos por Barreto y González (2008), en  $\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{AE}^{-1}$ ; 0,66 para la DQO<sup>1</sup>, 0,33 de DBO<sup>2</sup>, 0,6 de SST<sup>3</sup>, 0,05 de N<sub>t</sub><sup>4</sup> y 0,013 de P<sub>t</sub><sup>5</sup>. Para la determinación del caudal se asumió un consumo por AE<sup>6</sup> de 50 L al inicio y 100 al final.

Para evaluar los sistemas instalados para el tratamiento de aguas residuales y para la determinación de las características del agua que se vierte al medio o se infiltra al manto, se supuso una eficiencia de remoción de los tanques sépticos de 30 % (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000; Madera, Silva y Peña, 2011) y de 60 % de las lagunas (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000; Díaz, 2010).

El procesamiento estadístico, mediante estadística descriptiva (valores promedio y desviación estándar), se realizó con el paquete STATGRAPHICS XVI.II.

<sup>1</sup> Demanda química de oxígeno.

<sup>2</sup> Demanda bioquímica de oxígeno.

<sup>3</sup> Sólidos suspendidos totales.

<sup>4</sup> Nitrógeno total.

<sup>5</sup> Fósforo total.

<sup>6</sup> Animales equivalentes a 100 kg de peso vivo.

En general, los productores cuentan con sistemas de evacuación de los residuales; en todos, excepto en el convenio de los Viera, el residual, producto de la limpieza, sin separación de sólidos, es conducido por canales abiertos, desde las naves hacia los tanques separadores de sólidos y, de estos, hacia estanques de agua fabricados en tierra, excavados en el terreno o en relleno sin impermeabilización interior. En el caso de los Viera, en lugar del tanque séptico, poseen un digestor anaerobio de cubierta fija, tipo “chino”. En ninguno de los estanques de agua, excepto en el caso de la finca La Yaba (que sale hacia un platanal) y el convenio de los Viera (que va hacia el terreno donde se vierte y corre hasta una zona baja, acumulándose dicha zona baja y aguas arriba, al pasar un terraplén vecino a viviendas) se observó salida alguna del agua, por lo que debe infiltrarse al manto freático.

Los consumos estimados de agua, al inicio y al final del ciclo son, por productor, como sigue, en  $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ : La Majagua (0,35-8,5), Convenio “El gran Mil” (1,05-28,5), Los Manguitos (0,21-6), Los Viera (5,31-79,05) y Finca La Yaba (0,31-5,05). En los casos estudiados en este trabajo la cantidad de animales por productor fluctúa entre 50 y 850 por unidades, el peso promedio en  $\text{kg} \cdot \text{AE}^{-1}$  es de 4-106 al inicio ( $\bar{x}=29$ ) y 50-791 al final ( $\bar{x}=254$ ), de ahí que el caudal generado, determinado por AE al final del ciclo es de  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  a  $79,05 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$  ( $\bar{x}=25 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ).

Las características estimadas son, en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ : de DQO 739,2 para La Majagua y El gran Mil; 2 772 para Los Manguitos; 4 620 para Los Viera y 1 846 para la Finca La Yaba. La DBO por productor y en el orden antes expresado las siguientes: para las dos primeras 370, para el resto 1 386, 2 310 y 923. El contenido de SST 480 para las dos primeras, y 1 500, 3 000 y 1 199 las demás, en contenido de  $\text{N}_t$  es 500 para todas menos para la Finca La Yaba que es 499 y el de Pt es de 131 para La Majagua y la Finca La Yaba y de 130 para el resto. Lo anterior demuestra que los residuales que se vierten superan los límites máximos establecidos (NC, 2012); esto se debe a múltiples razones: por una parte, los sistemas de tratamiento no cuentan con las etapas requeridas para lograr dichos requisitos; por otra, las instalaciones existentes no cumplen, generalmente, los requisitos necesarios para operar convenientemente (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000). Las lagunas presentan problemas constructivos, no están impermeabilizadas, lo que facilita la contaminación del manto freático por infiltración (Méndez *et al.* 2009).

Los sistemas de tratamiento de “la Majagua” y “el gran Mill” son los más eficientes, por estar más completos; tienen tratamiento primario y dos lagunas anaerobias en serie. Los Manguitos y la finca La Yaba tienen una sola laguna anaerobia. Se considera al de Los Manguitos en desventaja, respecto a la eficiencia porque el tiempo de retención en la laguna es de menos de 5 días, aunque se plantea que en 2 días puede reducirse del 45 al 70 % de la  $\text{DBO}_5$  en ellas (Alamancos Sáez y Llorens, 1993). Los Viera, a pesar de que son los únicos que obtienen y aprovechan biogás a partir de los residuales, son los que mayor contaminación aportan, porque sólo tienen como tratamiento el digestor, cuya remoción de la DQO y la DBO debe ser de 50 a 70 % (Barreto, 2008). Dicho efluente aporta malos olores a las viviendas, que bordea y constituye un sustrato para el desarrollo de moscas; además es fuente de contaminación para los pozos cercanos a su zona de influencia y contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero.

## CONCLUSIONES

Las instalaciones construidas para el tratamiento de los residuales son insuficientes y presentan problemas en su explotación.

Los residuales líquidos de las unidades porcinas evaluadas se vierten con concentraciones de contaminantes que exceden los establecidos (NC: 27, 2012) y pueden potencialmente contaminar suelos, aguas superficiales y subterráneas.

## REFERENCIAS

- ALAMANCOS, J.; SÁEZ, J. Y LLORENS, M. (1993). Sistemas de lagunaje. (I) Diseño de lagunas anaerobias (pp. 169-171). En *Ingeniería Química*. La Habana, Cuba: Ed. Félix Varela.
- BARRETO-TORRELLA, S. (2008). Para una correcta selección y explotación de digestores anaerobios. *Revista de Producción Animal*, 20 (2), 102-109.

---

<sup>7</sup> De los valores entre paréntesis el primero valor

- BARRETO-TORRELLA, S. Y GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, C. (2008). Valoración de indicadores para determinar la carga contaminante de centros porcinos, producción de residuales y su aprovechamiento. *Revista de Producción Animal*, 20 (1), 11-13.
- DÍAZ BETANCOURT, R. (2010). *Tratamiento de aguas y aguas residuales* (2 ed.). La Habana, Cuba: Ed. Félix Varela.
- EMPRESA PROVINCIAL PORCINA (2017). Monitoreo de Residuales de la Empresa Provincial Porcina. Anexo I. Convenio de prestación de servicios de consultoría, Camagüey, Cuba.
- MADERA, C. A.; SILVA, J. P. y PEÑA, M. R. (2011). Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico-filtro anaerobio y humedales subsuperficiales. *Ingeniería y Competitividad*, 7 (2), 5-10.
- MÉNDEZ NOVELO, R.; CASTILLO BORGES, E.; VÁZQUEZ BORGES, E.; BRICEÑO PÉREZ, O.; CORONADO PERAZA, V.; PAT CANUL, R. *et al.* (2009). Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería*, 13 (2), 13-21.
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (2000). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (sección II, título B, p. 150). En *Tratamiento de aguas residuales*. Bogotá, Colombia: Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Recuperado el 29 de abril de 2018, de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_e\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf).
- NC. (octubre de 2012). 27:2012. Vertimiento de las aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado-Especificaciones (segunda, p. 14). La Habana, Cuba: Ed. O. N. Normalización.
- PCC (2016). *Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista*. Recuperado el 4 de enero de 2017, de <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/Copia%20para%20el%20Sitio%20Web.pdf>.
- SOSA, R.; DÍAZ, Y.; CRUZ, M.; DE LA FUENTE, J.; DOMÍNGUEZ, P., CABRERA, I. *et al.* (2017). Programa de implementación de biodigestores como sistemas de tratamiento de aguas residuales y la obtención de energía, biogás y fertilizante orgánico en la producción porcina cubana. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 24 (1), 58-68.
- WAKIA, M.; YASUDAA, T.; FUKUMOTOA, Y.; BÉLINEB, F. y MAGRÍ, A. (2018). Treatment of Swine Wastewater in Continuous Activated Sludge Systems Under Different Dissolved Oxygen Conditions: Reactor Operation and Evaluation using Modelling. *Bioresource Technology*, 25 (1), 574-582.
- YE, J.; SONG, Z.; WANG, L. y ZHU, J. (2016). Metagenomic Analysis of Microbiota Structure Evolution in Phytoremediation of a Swine Lagoon Wastewater. *Bioresource technology*, 21 (1), 439-444.

Recibido: 10-9-2018

Aceptado: 16-9-2018

**Conflicto de intereses:** Ninguno