



ARTÍCULO ORIGINAL

Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina

Water use for cleaning pens and wastewaters treatment in fattening pigs production

Ramón Chao Espinosa¹, Roberto Sosas Caceres² y Yasser Díaz Capdesuñer³

RESUMEN. Se realizó un estudio del sistema de limpieza en las tres naves de ceba de una unidad porcina de 80 reproductoras del Instituto de Investigaciones Porcinas, así como de la depuración del residual producido en dichas naves mediante un biodigestor de cúpula fija de 90 m³ de volumen de digestión. El estudio se efectuó en condiciones de producción durante tres meses, se realizaron las siguientes mediciones en cada nave: Cantidad de animales y peso de los mismos, tiempo de limpieza, cantidad de agua gastada en la limpieza y residual total (excreta más orine más agua de limpieza). Los animales por naves fueron de: 91,87 y 111 y sus pesos promedio de: 52, 56 y 72 kg. El tiempo empleado en la limpieza fueron de 39, 47 y 55 minutos. La cantidad de agua empleada en la limpieza fue de: 2,28 m³, 2,31 m³ y 2,80 m³ y el residual (incluyendo la excreta más la orine) de: 2,55 m³, 2,57 m³ y 3,24 m³. A las medidas anteriores se le realizaron análisis de varianza. La cantidad total de residual de las tres naves fue de 8,36 m³ y el gasto de agua por animal en total fue de 25,51 L. La reducción de los sólidos totales, sólidos volátiles y demanda química de oxígeno fue de 75, 79 y 62% respectivamente, este último resultado es menor que lo obtenido en evaluaciones realizadas a otros biodigestores de cúpula fija. Se aprecia que se gasta mucha agua en la limpieza y por lo tanto se necesita instrumentar sistema de tratamiento de residuales que puedan soportar estos grandes gastos de agua lo que hace que la inversión en el tratamiento del residual se encarezca.

Palabras clave: gasto de agua, demanda química de oxígeno, cúpula fija.

ABSTRACT. A study on cleaning pens system was carry out in three pig housing from one 80 sows pig farm of Swine Research Institute, as well as wastewater treatment thru 90 m³ fixed dome digester. That study was carry out during 3 months in conditions of production. The next measures was taken: animal number and weigh; time of cleaning floor, quantity of used water and total amount of wastewater (excreta, urine and used water for cleaning). In each pig housing were: 91; 87 and 111 animals, their average weigh was 52; 56 and 72 kg respectable. The time for pens cleaning was 39;45 and 55 min. The quantity of used water was 2,28; 2,31 and 2,30 m³ and the amount of wastewater (including excreta and urine) was 2,55, 2,57 and 3,24 m³. For all theses measures was made a Varianza Test. The total amount of wastewater for the tree pig housing were 8,36 m³ and the used of water were 25,51 L per pig. The remotion of total solids, volatils solids and chemical oxigen demand were 75;79 and 62 respectibily. These results are inferiors than the others obteneid in some evaluations in diferents fixed dome digesters, There is appreciable a lot of water used in cleanming the pens, therefor it is needed a considerable volumen wastewater system and the necessary increase of material and finance of inversion.

Keywords: Water for cleaning pens, chemical oxygen demand, fixed dome digester.

INTRODUCCIÓN

La depuración del residual proveniente de la crianza porcina es una necesidad imprescindible para lograr un medio ambiente adecuado, por tal motivo la cantidad de residual

producido es importante para dimensionar los tratamientos. Uno de los aspectos importantes a considerar es el sistema de limpieza que se utilice, y en nuestro caso en la mayor parte de las granjas porcinas la limpieza de los corrales se realiza utilizando agua a presión, con un uso excesivo de la misma,

Recibido 10/12/10, aprobado 19/05/12, trabajo 43/12, artículo original.

¹ Ing. Investigador Auxiliar. Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). Carretera del Guatao km 1. Punta Brava, La Lisa, La Habana, Cuba, CP: 19200, E-✉: rchao@iip.co.cu.

² Dr .C. Investigador Titular, Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP).

³ Ing., Especialista, Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP).

por lo tanto es necesario cuantificar que cantidad se usa para lograr una racionalidad en el tamaño de las plantas de tratamientos de residuales. Desde hace varios años el Instituto de Investigaciones Porcinas ha estudiado y elaborado sistemas de depuración de las excretas porcinas basados en biodigestores de cúpula fija para granjas medianas y pequeñas (Chao *et al.*, 1997, 2000), no obstante en la mayoría de los casos el volumen del biodigestor se pudiera reducir si se lograra disminuir el agua en la limpieza y por lo tanto un menor costo en la inversión.

MÉTODOS

Se realizó un estudio del sistema de limpieza en las tres naves de ceba de una unidad porcina de 80 reproductoras (Figura 1), así como de la depuración del residual producido en dichas naves mediante un biodigestor de cúpula fija de 90 m³ de volumen de digestión. El estudio se efectuó en condiciones de producción durante tres meses, se realizaron las siguientes mediciones en cada nave: Cantidad de animales, peso de los mismos, tiempo de limpieza, cantidad de agua gastada en la limpieza, residual total (excreta más orine más agua de limpieza). Para conocer la cantidad de agua usada en la limpieza se instalaron metro contadores de agua en cada nave.

Se aforó el gasto de agua de la motobomba en cada nave, para lo que se realizaron mediciones al principio, a mitad y al final de la limpieza de las mismas, para lo cual se tuvo en cuenta que el flujo de agua varía de acuerdo a la distancia que está cada nave con respecto a la ubicación de la motobomba (Figura 1) y también la disminución del flujo debido a que en el momento de la limpieza se utiliza la motobomba para efectuar esta operación en estas naves y en las de las reproductoras.

A las mediciones de aforo de la motobomba, cantidad de animales, pesos, tiempo de limpieza, gastos de agua de limpieza y residual total se le realizaron análisis de varianza mediante el Programa Statgraphics (2002).

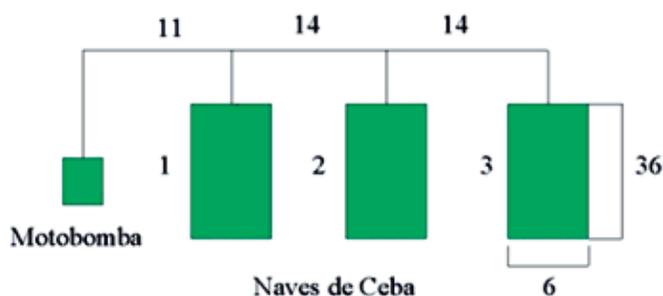


FIGURA 1. Esquema de naves de ceba.

Se tomaron 3 muestras semanales al residual de entrada al digestor y al efluente. A las mismas se le realizó análisis de sólidos totales (S.T.), sólidos volátiles (S.V.), demanda química de oxígeno (D.Q.O) y pH, por lo establecido en APHA85).

Los datos de los índices generales y del tratamiento del residual se procesaron mediante estadígrafos de posición (Steel y Torrie, 1980)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados del aforo de la motobomba en cada una de las naves.

Como se observa existe diferencia significativa entre la nave 1 y las otras dos debido fundamentalmente a la distancia de las naves con respecto a la motobomba.

TABLA 1. Aforo de la motobomba

	Gasto de agua L/m
Nave 1	58,56 ^a ± 6,86 ¹
Nave 2	49,89 ^b ± 6,41
Nave 3	48,41 ^b ± 6,00

abc: Media en la misma columna sin letras en común difieren significativamente.

¹Media y desviación estándar (n=108)

Posterior a realizar los aforos en las naves se procedió a realizar las mediciones del tiempo de limpieza, gasto de agua de limpieza y residual total, los resultados de estas mediciones se reflejan en la Tabla 2.

TABLA 2. Tiempo de limpieza, gasto de agua de limpieza y residual total diario

	Animales en ceba	Peso promedio (kg)	Tiempo de limpieza (min)	Gasto de agua de limpieza (m ³)	Residual total (m ³)
Nave 1	91 ^b	52 ^b ± 16 ¹	39 ^c	2,28 ^b ± 0,7	2,55 ^b ± 0,7
Nave 2	87 ^b	56 ^b ± 18	47 ^b	2,31 ^b ± 0,8	2,57 ^b ± 0,7
Nave 3	111 ^a	72 ^a ± 7	55 ^a	2,80 ^a ± 0,8	3,24 ^a ± 0,8

abc: Media en la misma columna sin letras en común difieren significativamente

¹ Media y desviación estándar (n=36)

Existen diferencia significativa en los tiempos de limpieza entre las tres naves, no así en el agua gastada en la limpieza en que no existe diferencia entre las dos primeras naves pero si con respecto a la tercera, esto está influenciado por la cantidad de animales y el peso de los mismos. El aumento del tiempo de limpieza de la nave 2 con respecto a la 1, se debe a que los pisos de la nave 2 tenían un desgaste mayor que las otras naves.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las tres naves ya que los mismos son lo que influyen directamente en la depuración del residual que entra en el biodigestor

TABLA 3. Índices generales

	Unidad de medida	
Animales en cebas totales	U	289 ±21 ¹
Tiempo total de limpieza	horas	2,35 ±0,6
Gasto total de agua de limpieza en las tres naves	m ³ /día	7,53 ±1,92
Residual total de las tres naves	m ³ /día	8,36 ±1,83
Gasto de agua de limpieza por animal	L/día	25,51± 6,78
Tiempo de retención hidráulica	día	11 ± 3

¹Media y desviación estándar (n=36)

Como se observa en la Tabla 3, el gasto de agua de limpieza por animal y por día es de 26 L un valor bastante elevado, lo cual está influenciado directamente por el sistema que se usa para esta labor que consiste en agua a presión, pero además es costumbre también bañar diariamente a los animales todo esto hace que este gasto sea excesivo. Este valor es mayor que lo reportado por Taiganides *et al.* (1996), 9,2 L, pero mucho menor que lo informado por Sánchez *et al.* (1995), 50 L y Juantorena *et al.* (2000), que fue de 60 a 80 L por día para cerdos en

ceba de 100 kilogramos de peso y similar a lo reportado por Venotti *et al.* (2002), que fue de 25 L.

El tiempo de retención hidráulica de 11 días coincide con Wellinger (2000), el cual informa que para la excretas porcinas y con temperatura de 25 a 35 °C el tiempo está entre 10 a 15 días.

Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de bioquímica aparecen en la Tabla 4, el valor de los sólidos totales (2,24 %) del sustrato es relativamente bajo, debido al sistema de limpieza empleado que utilizan mucha agua para extraer los residuales, aunque valores similares han sido reportado por Martínez *et al.* (2005), que reportaron diluciones entre el 0,2 y 7%, También Vanotti *et al.* (2002), encontró valores de los sólidos totales entre 0,4 al 2,5%.

La remoción de la demanda química de oxígeno es baja comparada con otras evaluaciones realizadas controlando la cantidad de residual de forma tal que el tiempo de retención hidráulica sea de 20 días (Del Río y Chao, 1997; Chao *et al.*, 2000 y 2005), en este estudio este tiempo fue de 11 días (Tabla 3), lo cual se debió a la cantidad de agua utilizada en la limpieza.

TABLA 4. Características del residual porcino evaluado

	Sólidos totales %	Sólidos volátiles %	Demanda química de oxígeno mg/L	pH
Entrada al digestor	2,24 ± 1,29 ¹	1,77 ± 1,02	5321 ± 3196	6,92 ± 0,87
Salida del digestor	0,55 ± 0,33	0,37 ± 0,24	2022 ± 867	7,86 ± 0,38
Reducción %	75	79	62	-

¹ Media y desviación estándar (n=36)

CONCLUSIONES

- Es perfectamente factible reducir el gasto de agua de limpieza en un 40%, lo que haría que se dejara de gastar 10,4 L de agua por animal, esto equivale para este estudio en un ahorro de 901 m³ de agua anual.
- Se debe tratar de utilizar la menor cantidad de agua en la limpieza para lo cual se recomienda:

- No bañar a los animales diariamente y sólo cuando sea necesario.
- En los lugares que se pueda aplicar arrastrar las excretas con haraganes y posteriormente utilizar el agua a presión solamente la necesaria.
- Realizar mantenimiento periódico al sistema hidráulico y a las tetinas para disminuir al máximo los salideros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA: *Standard methods for the examination of water and waste waters*, pp. 860-870, American Public Health Association (16th edition), New York, 1985.
2. CHAO, R., M. LEAL, J. DEL RÍO y R. SOSA: "Evaluación de un digestor de cúpula fija de 12 m³", *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 4(3): 53-58, 1997.
3. CHAO, R., J. DEL RÍO y R. SOSA: "Evaluación de un sistema biodigestor lecho de secado en el tratamiento de residuales porcinos", *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 7(3): 40-46, 2000.
4. CHAO, R., R. SOSA y A. PÉREZ: "Depuración de residuales porcinos mediante biodigestores de cúpula fija", *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 12(1): 57-59, 2005.
5. DEL RÍO, J. y R. CHAO: *Biodigestores y utilización de biogás. Sistemas integrales de acuicultura para el desarrollo sostenible*, pp. 57-66, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, D.F. México, 1997.
6. JUANTORENA, A., O. ALFARO E I. SÁNCHEZ: "Alternativas para el tratamiento del Residual Porcino. Parte 1", *Tecnología Química*, 21(2): 69-76, 2000.
7. MARTÍNEZ, J., F. BERNAL, C. MARTÍNEZ, J. BARRERA, O. BARTOMEU Y V. MARTÍNEZ: *Convirtiendo Residuo de animales en productos de valor añadido y energía [en línea] 2005, Disponible en: <http://www.Selco.Net>. [Consulta: noviembre 29 2010]*.
8. SÁNCHEZ, E.P., O. MONROY, O. CAÑIZARES, L. TRAVIESO & A. RAMOS: "A Preliminary study of piggery waste treatment by an upflow sludge bed anaerobic reactor and packed bed anaerobic reactor". *J. Agric. Res.*, 62: 71-76, 1995.

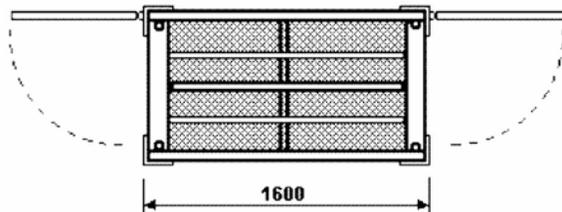
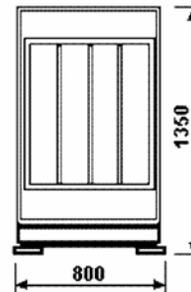
9. STEEL, R.G.D. & H. TORRIE: *Principles and Procedures of Statistics: a Biometrical Approach*, 481pp., MacGraw-Hill Book Company In company, Toronto, Canada, 1980.
10. TAIGANIDES, E.P., R. PÉREZ y E. GIRÓN: *Agua Residual en Manual para el manejo y control de aguas residuales y excretas porcinas en México*, pp. 56-59, Consejo Mexicano de Porcicultura, A.C., México, 1996.
11. STATGRAPHICS: *Programa Statgraphics Plus: Version 5.1.*, USA, 2002.
12. VENOTTI, M.B., M. RASHASH, & G. HUNT: "Solid-liquid Separation of Flushed Swine Manure with Pam, Effect of Wastewater Strength", *American Society of Agriculture Engineers*, 45(6): 1959-1969, 2002.
13. WELLINGER, A.: *Process Desing of Agricultural Digesters*, pp. 8-21, In: *Anaerobic Digesters Marking Energy and Solving Modern Waste Problems*, AD-Nett Report, USA, 2000.



MAQUINARIA AGRICOLA & INSTRUMENTOS DE MEDICION

BALANZAS PARA CERDOS Y OVINOS

CEMA TED - 500



Display digital

Capacidad hasta 500 kg.

Precisión de 0,2 kg.

Presentación de la lectura: Digital (5 dígitos LCD).

Dimensiones de la plataforma: 1600 x 800 mm.

Altura de la jaula: 1350 mm.

Superficie de la plataforma: Metálica con alfombra de goma.

Solicitudes de ofertas a:

M.Sc. Héctor de las Cuevas Milán
Centro de Mecanización Agropecuaria
Autopista Nacional y Carretera de Tapaste. km 23, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Apdo. 18-19
Tel.: (53)(47) 864346
E_mail: hector@isch.edu.cu