

Digestor anaeróbico de flujo ascendente (UASB) y humedal artificial para el tratamiento de agua residual de la industria porcina

Ing. Joaquín A. Víquez Arias
VIOGAZ S.A. (www.viogaz.com)
Especialistas en tecnología de biogás
jviquez@viogaz.com
Oficina: 2265-3374

Introducción

El agua residual de la industria agrícola, tanto de la primaria (porquerizas y lecherías), como de la secundaria (mataderos y plantas de procesos) ha recibido gran atención en los últimos años, dado el potencial efecto ambiental y de salud humana que contienen (Healy, 2007). Uno de los métodos más comunes para el manejo de estas aguas en la industria primaria, en países subdesarrollados, es la aplicación en suelo como enmienda (Dunne, 2005). Aunque desde el punto de vista agronómico es una práctica deseable, se ha comprobado que puede causar degradación de agua tanto superficial como subterránea (Dunne, 2005), en

su mayoría, por su forma incorrecta de aplicación (Healy, 2007).

Según este mismo autor, tal es la preocupación, que inclusive en los países desarrollados, en los cuales el uso de aguas residuales (como aguas verdes o de porquerizas) es una de las prácticas más comunes, han establecido reglamentaciones estrictas y con excelentes criterios para asegurar que el impacto ambiental sea reducido. Por otro lado, el gobierno de estos países han implementado excelentes planes de manejo y asesoría técnica, para asegurar que estas aguas sean aplicadas correctamente; combinando sistemas de monitoreo estrictos.

Aunado a las presiones ambientales y legales, el uso de tierra también tiene una consecuencia sobre el manejo de aguas residuales. No todas las industrias agrícolas tienen suficientes áreas disponibles para su manejo (Wun-Jern, 1989). En este artículo se pretende

presentar una de las muchas alternativas que existen para solventar el riesgo ambiental y de salud humana, que implica la aplicación cruda de aguas residuales al suelo, adicionado al efecto de limitación de áreas en algunos casos para su utilización, así como a la presión urbana.

La idea es tomar un estudio de caso e ir analizando la alternativa, tanto en su diseño, implementación, operación y mantenimiento. Para establecer las bases de este estudio, el artículo se focalizará en una porqueriza de 2.000 cerdos, con un sistema de producción completo (gestación, reproducción, desarrollo y engorde). La meta de este sistema es hacer el tratamiento de las aguas, a un nivel apto para su vertido a un cuerpo de agua, según la legislación costarricense. Además, el sistema tendrá una unidad para producción de biogás y su aprovechamiento *in situ*. En el mismo no se contempla el uso específico del biogás.



Trayectoria y Calidad Insuperable

Desde 1936, Gallagher ha sido reconocida como líder mundial en cercas eléctricas, ya que ha desarrollado una alta tecnología de fabricación, asegurando la calidad y durabilidad de sus productos.

¡Por generaciones ha sido la marca de elección en cercas eléctricas!



Distribuido por 

Antecedentes para el diseño del sistema

Previo a entrar en detalle de la alternativa que se propone, es necesario establecer los antecedentes en los que se fundamentó la toma de decisiones para definir este sistema. Es común que en países en vías de desarrollo, como en Costa Rica y el resto de Centroamérica, no se encuentren operadores de plantas de tratamiento a nivel

de finca (Wun-Jern, 1989; Kivaisi, 2000). También el ambiente económico de estas industrias, no permite que el costo de capital de cualquier tecnología a implementarse, exceda la capacidad de la industria. Dado lo anterior, se escogió tecnologías robustas en naturaleza, confiables, de bajo costo de implementación y mantenimiento.

Sin olvidar los factores ambientales y legales, la idea es que la combinación

de estas tres tecnologías y una correcta operación, conciba que el sistema sea capaz de hacer un tratamiento a un nivel apto para ser vertida a un cuerpo de agua, según la legislación costarricense. A continuación se presenta un resumen de los parámetros, según el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Decreto N° 33601-MINAE-S) para el vertido de aguas residuales en una industria porcina:

Cuadro 1. Parámetros de cumplimiento obligatorio para verter a un cuerpo receptor las aguas residuales de una porqueriza.

Parámetro	Unidad	Valor
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	200
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	500
pH	unidad de pH	6 a 9
Grasas y aceites	mg/L	50
Sólidos sedimentables (SS)	mL/L	5
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	200
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	mg/L	5
Temperatura	°C	15-40
Nitrógeno total (NT)	mg/L	50
Fosfatos	mg/L	25

Según datos publicados en artículos de esta autoría en la Revista ECAG Informa, además de las investigaciones realizadas por VIOGAZ S.A., se considera que la producción de aguas residuales es de 20 L promedio/cerdo/día, dando un total de aproximadamente 40.000 L (40 m³) por día.

Teniendo en cuenta que este es un flujo diario promedio, se considera un factor de pico de 1,2 (para efectos de diseño); en otras palabras el flujo utilizado para diseño del sistema es de 48 m³. Adicionalmente, se presenta un resumen de las características químicas de las aguas residuales

de una porqueriza (Cuadro 2); estos son valores típicos de una porqueriza de los mismos 2.000 cerdos. Esto es importante, dado que es la base para el diseño del sistema lo que se busca es que los parámetros finales sean menores a aquellos presentados en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Valores promedios de los parámetros de las aguas residuales de una porqueriza

Parámetro	Unidad	Valor	Referencia
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	6.000	1, 2, 3, 6
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	15.000	4, 1, 2, 3, 6
pH		6,5 a 7,5	4, 1, 2, 3, 6
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	5.000	4, 3, 6
Nitrógeno total (NT)	mg/L	1.000	5, 1, 3, 4, 6

(Wun-Jern, 1989); (Oleszkiewicz, 1986); (Sánchez, 2001); (Sánchez, 1995); (Lorimor, 2000); (VIOGAZ S.A.; datos sin publicar).

Tratamiento de aguas residuales de la industria porcina

En resumen, el sistema está compuesto por lo que se denominan "unidades de operación"; sin embargo, son tres

componentes básicos que conforman el sistema: (1) una unidad de separación sólida (gruesos y finos), (2) UASB (un digestor anaeróbico de flujo ascendente, por sus siglas en inglés) y (3) un humedal artificial. Cada componente tiene sus unidades de operación indivi-

duales, además de su función específica en el tratamiento colectivo de estas aguas. Es preciso destacar que este artículo está enfocado en los compuestos de carbono (DBO, DQO), SST, y NT. En la Figura 1, se presenta el diagrama del sistema propuesto.

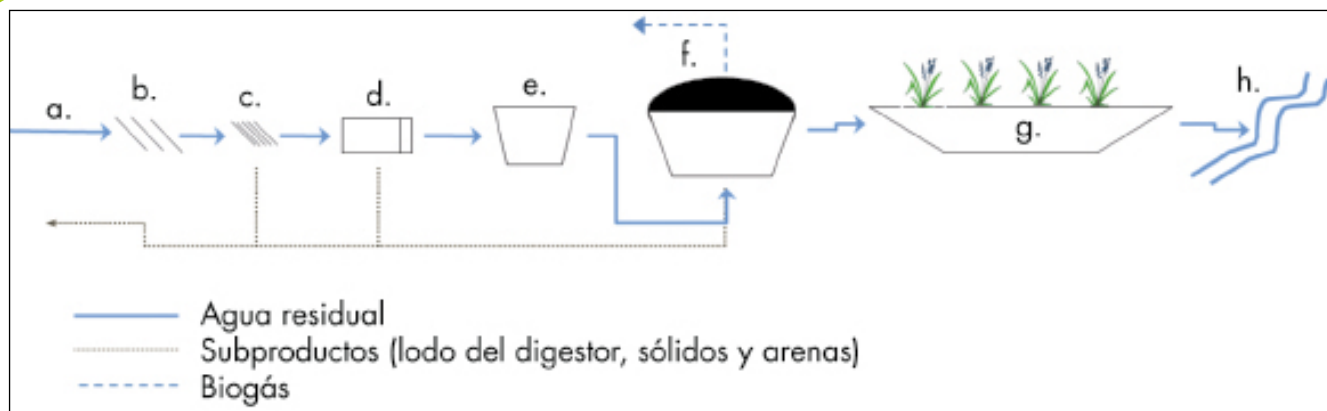


Figura 1. Diagrama propuesto para el tratamiento de aguas residuales de porqueriza: a) agua residual cruda; b) separación sólida gruesa; c) separación sólida fina; d) separación de arenas; e) tanque estabilizador y sistema de bombeo; f) digestor anaeróbico de flujo ascendente (UASB); g) humedal artificial y h) agua Superficial.

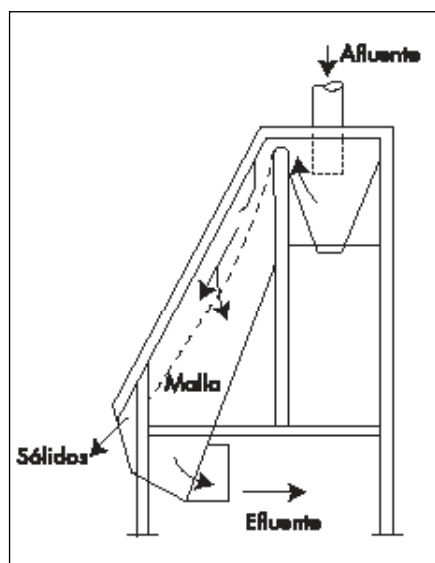


Figura 2.

Según la Figura 1, el sistema inicia con una separación de sólidos gruesos (b), a fin de eliminar sólidos de gran tamaño como hojas, palos u otros. El separador de sólidos fino (c) puede ser una malla inclinada, con una apertura recomendada de 1 mm de grosor. La Figura 2 muestra este tipo de separador. Esta separación es muy importante y altamente utilizada en la industria porcina, dado que remueve una gran porción de los sólidos suspendidos, los cuales pueden ser manejados más fácilmente, vía otras tecnologías como compostaje.

Seguido del proceso de separación de sólidos gruesos y finos, se recomienda

colocar un sistema de separación de arenas (d). Este sistema es para eliminar partículas no biodegradables, como arenas, las cuales tienen una gravedad específica más grande que las de las partículas orgánicas, precipitando así en esta unidad (Metcalf, 2003). Previo al ingreso al UASB (f), es necesario un tanque estabilizador de flujo y estación de bombeo (e) para garantizar un correcto funcionamiento del UASB. Una vez que el agua residual, tratada vía anaerobiosis, produciendo biogás y un efluente con menor carga orgánica, se conduce finalmente a un humedal artificial (g). Este sistema tiene la intención de terminar con la "limpieza" del agua residual, eliminando partículas orgánicas, transformando el nitrógeno (N) y el fósforo (P), para cumplir así con los parámetros de vertido, según la ley.

Estimaciones en el tamaño de las unidades de operación

Esta sección pretende desarrollar algunos puntos teóricos de cada unidad de operación, ofrecer consejos en cuanto a su diseño, su eficiencia en la remoción de carga "contaminante" y, finalmente, las dimensiones sugeridas para este caso (2.000 cerdos).

1. Separador grueso y fino de las aguas residuales

Esta unidad de separación es muy importante, dado que elimina partículas

mayores a 1 mm de tamaño, las cuales, como se mencionó anteriormente, se pueden manejar vía otros métodos como compostaje, lombricompostaje u otros. Para el separador grueso, se recomienda colocar barras metálicas separadas unos 2 a 4 cm, con una inclinación de 20 a 40°. Para la separación fina pueden utilizarse separadores comerciales (ejemplos separadores Kondor® de AgroTek S.A.). Es importante que estos tengan capacidad de manejar el flujo de su aplicación.

Ambas unidades, tienen la capacidad de remoción de aproximadamente 69% del DQO y DBO (Zhang, 1997), 60% de los SST (Chastain, 2001) y cerca de 65% del NT. Eliminando de las aguas residuales gran parte de los SST para optimizar la relación C:N, al eliminar NT de las aguas, éstas se convierten en un mejor sustrato para el UASB o cualquier otro digestor anaeróbico.

2. Separador de arenas

Esta unidad elimina partículas inorgánicas/no biodegradables, que pueden más bien causar problemas en el UASB (digestor anaeróbico). La clave para estos sistemas es que el agua pase a una velocidad en la que estas partículas precipiten; pero que las orgánicas continúen su paso a la siguiente unidad. Se recomienda un tiempo de retención hidráulico no mayor a 60 segundos y una velocidad horizontal de 0,3 m/min.

Para este estudio de caso y utilizando un flujo máximo de 6m³/h (durante la

hora pico de lavado), se estimó un tanque de 0,5 m de profundidad, 0,6 m de ancho y 0,4 m de largo. Esta unidad no tiene ningún efecto en la remoción de compuestos de interés; en otras palabras, no reduce ningún parámetro significativamente para efectos de tratamiento.

3. Digestor anaeróbico de flujo ascendente (UASB por sus siglas en inglés).

Para aquellos que se le parece que esto es igual o similar a un biodigestor, la respuesta es sí. El biodigestor tubular presentado en la Revista ECAG Informa 12 (51):61-64, es probablemente uno de los biodigestores más comunes a nivel de finca. Aun así, el UASB, siendo también otro tipo de biodigestor, difiere del tipo tubular en el hecho de que puede "desacoplar" el tiempo de retención hidráulica, con tiempo de retención sólida.

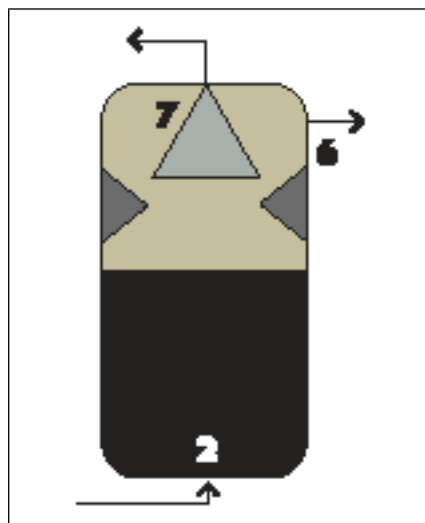


Figura 3. Digestor anaeróbico de flujo ascendente.

El tiempo de retención hidráulica (TRH), es el período que el agua tarda desde su ingreso hasta su salida; comúnmente se utilizan de 20 hasta 40 días. El tiempo de retención de sólidos (TRS), es un término poco conocido, pero hace referencia al tiempo en que permanecen los microorganismos (en este caso, se les llaman "sólidos") dentro del sistema. En realidad, el efecto de tratamiento dentro de un biodigestor

es dado por el TRS. En los biodigestores tubulares, el TRH y TRS son iguales, y es por esto que se diseñan con períodos de retenciones tan altos (para lograr un TRS alto). En el caso del UASB, es posible desacoplar el TRH y TRS. Esto significa que este tipo de biodigestor se puede diseñar con un TRH tan bajo como 1,5 días, pero con un TRS tan alto como de 90 días (Hulshoff Pol, 2004). En una forma menos confusa y compleja, el UASB es un tipo de biodigestor que se puede diseñar e implementar con un tamaño de hasta 20 veces menor que uno tubular, pero aún así tener la misma o hasta mejor eficiencia de producción de biogás y tratamiento de las aguas residuales.

El UASB es una unidad de operación, que en condiciones anaeróbicas, es capaz de funcionar como un clarificador primario, un reactor biológico, un clarificador secundario y un digestor de lodos, todo incrustado en una sola unidad (Van Lier, 2010). Sin lugar a dudas, entrar en detalles del funcionamiento de un UASB merece un artículo por sí solo, pero, de manera general, el reactor funciona de la siguiente forma (Figura 3):

- El agua residual es bombeada desde la parte de abajo, a una velocidad que no exceda 0,5 a 2 m/h.
- Con el tiempo, se forma una manta de lodos (UASB menciona una "sludge blanket"). Esta manta o capa de lodos no es más que los microorganismos.
- Estos microorganismos tienden a formar gránulos, lo que disminuye la posibilidad que se vayan del sistema, dado que su gravedad específica es muy alta.
- Cuando el agua residual ingresa, genera una turbulencia, suficiente para poner en contacto los microorganismos con la "comida"
- Conforme el agua residual asciende por el digestor, los sólidos permanecen en el sistema.
- Finalmente el agua residual sale del UASB, para continuar con la próxima unidad de tratamiento.
- El biogás generador es captado en

la parte posterior para su uso y aprovechamiento.

Para el estudio de este caso (de los 2.000 cerdos) se estimó un UASB de 72m³ de capacidad; esto sería un sistema con una profundidad de 3m y un área laminar de 24m², en otras palabras 3m x 5m x 5m. Esto, en comparación con un biodigestor típico tubular o bien laguna cubierta, se estaría requiriendo 1200m³ de capacidad (esto es una laguna de casi 4m de profundidad y 25x25m). Esta unidad de operación (UASB) tiene la capacidad de remover, de manera conservadora, hasta 60% del DBO y DQO (Lo, 1994) y 70% de los SST (Schoenhals, s.f.). En el caso del NT, no hay remoción, pero sí un paso muy importante que es la conversión del nitrógeno orgánico a nitrógeno amoniacal (Hulshoff Pol, 2004).

4. Humedal artificial

Al igual que en la sección del UASB, para aquellos que consideran que esto es igual o similar a una laguna de oxidación, la respuesta es sí y no. La laguna de oxidación, una de las tecnologías más utilizadas en el tratamiento de agua residual porcina (Wun-Jern, 1989), tiene muchas similitudes con un humedal artificial; pero, de igual forma, difiere en muchos aspectos, los cuales la convierte en un sistema más atractivo que la laguna. Al igual que ésta, es un sistema de costo de capital bajo y poco mantenimiento. Son sencillos de construir, baratos de mantener y fáciles de operar (Kivaisi, 2001).

Un humedal artificial (HA) es una tecnología para el tratamiento de aguas que imita un humedal natural. Para su diseño, se usan modelos cuantitativos basados en principios de ecología del humedal (Mitsch, 1989). Lastimosamente, no se puede entrar en detalle en cuanto al funcionamiento de un HA, debido que es un tema amplio; sin embargo, a continuación se ofrecen algunos puntos importantes de estos sistemas (Davis, 2005):

- Dado que se diseña para un flujo horizontal bajo, se promueve la sedimentación de sólidos.
- Por tratarse de un sistema expues-

to al ambiente y con una profundidad no mayor a 0,9m, tiende a ser aeróbico, lo que promueve que el nitrógeno previamente convertido de N orgánico a N amoniacal, sea nitrificado y desnitrificado para su remoción.

- A diferencia de la laguna de oxidación, el humedal artificial está cubierto en su totalidad por sustrato predeterminado y plantas nativas. El sustrato tiene características que promueven la adición de fósforo.
- Finalmente, las raíces de las plantas que se incorporan al sistema, sirven de huéspedes para microorganismos, los cuales, junto con las raíces de las plantas, harán una función de absorción de nutrientes.

La Figura 4 es un ejemplo de un humedal artificial. Tal como se aprecia, el agua residual ingresa por un extremo y a su paso por el sustrato, las raíces, el intercambio de oxígeno y otros, se logra el tratamiento. Para el estudio de caso, se utilizó las formulaciones de Kadlec, 2009 para el dimensionamiento:

$$A = \left(\frac{0.0365Q}{k} \right) \ln \left(\frac{C_i - C^*}{C_e - C^*} \right)$$

Ecuación 1.

Donde: A= Área requerida para el humedal (en hectáreas); k=constante de primer orden (m/yr); Ci = concentración del afluente (mg BOD5/L); Ce = concentración del efluente (mg BOD5/L); C* = concentración de fondo (mg BOD5/L); Q=flujo (m³/d.)

Según lo anterior y el estudio de este caso, se estima que se requiere un

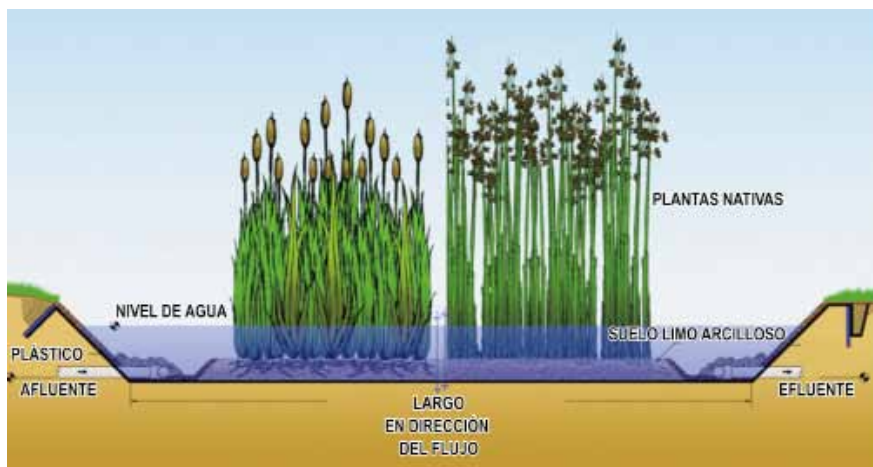


Figura 4. Ejemplo de un humedal artificial. Adaptado de Natural Systems International. (www.natsys-inc.com).

volumen de 2400m³, con un área de 2700m²; a una profundidad de 0,9m. Es importante agregar que se mantuvo el diseño limitado, a una carga máxima de 11g BOD/m².d (Crites, 1998). Con estas estimaciones, se proyecta una eficiencia de remoción de 95% del DQO y DBO (Healy, 2007), 80% del SST, y 85% del NT (Healy, 2007). Los humedales artificiales como sistemas para el tratamiento de aguas son utilizados como “pulidores”, en el sentido que NO se recomiendan como único o primer sistema de tratamiento. Aguas residuales con cargas orgánicas altas, como las presentadas en este estudio harían colapsar, en cuestión de semanas, un humedal artificial, si previamente no se hace un pretratamiento.

Resultados esperados

Inicialmente, se mencionó de un sistema en el que las aguas residuales de una porqueriza pudiesen ser tratadas, con la combinación de un UASB y humedal artificial, a niveles para vertido

a un cuerpo de agua. Cada unidad de operación tiene un propósito en el sistema, al igual que una eficiencia para la remoción de algunos o varios componentes. En el siguiente cuadro, se hace un resumen de la concentración esperada, en el efluente de cada componente, según los porcentajes de eficiencia, presentados a lo largo del artículo.

Como se aprecia en la Cuadro 3, con el efluente del humedal artificial, o sea luego de pasar por todas las unidades de tratamiento (separación sólida, UASB y humedal artificial), se logra cumplir con los parámetros de ley. Es claro que el nitrógeno es un compuesto, en muchas ocasiones difícil de eliminar, especialmente cuando se encuentra en grandes concentraciones, como en agua residual porcina. Es probable que si las normativas ambientales continúan aumentando su rigurosidad, será necesario agregar otra unidad de operación, para la eliminación de nitrógeno.

Cuadro 3. Resultados esperados del efluente de cada unidad de proceso en el tratamiento de agua residual porcina

Parámetro	Agua residual cruda	Unidad de operación			Cumplimiento de ley
		Separador de sólidos	UASB	Humedal artificial	
COD	15,000	4,500	1,800	90	500
BOD*	6,000	1,800	720	36	200
TSS	5,000	2,000	600	120	200
TN	1,000	350	350	52.5	50

* Se asume un ratio entre DQO:DBO de 3 a lo largo del proceso.

Conclusiones

- La combinación de separación sólida, digestor anaeróbico, y humedal artificial, tales como las presentadas en este artículo, pueden lograr parámetros de vertido, según la legislación costarricense.
- Aunque el UASB es un sistema más complejo, en cuanto a operación, además de que requiere una unidad de bombeo y un tanque estabilizador, el hecho que se pueda reducir su tamaño, en 20 veces, según lo normalmente utilizado, es una tecnología que vale la pena explorar.
- El hecho de tener, dentro de esta línea de proceso de tratamiento, el factor digestor anaeróbico, se logra la producción de combustible renovable. (En este caso (de los 2.000 cerdos), se espera la producción de 65 m³ de biogás al día, con capacidad de convertirse en 50.000 kWh).
- El humedal artificial ofrece varias ventajas sobre las lagunas de oxidación, por lo que se propone como una tecnología para "pulir", o bien para finalizar el tratamiento de aguas. Como se ha mencionado, no se recomienda utilizar el

humedal artificial, exclusivamente para el tratamiento de aguas residuales, con cargas orgánicas altas (superiores a 2000 mg/L DQO).

Referencias*

- Chastain, J.P.; Vanotti, M.B.; Wingfield, M.M. 2001. Effectiveness of liquid-solid separation for treatment of flushed dairy manure: A case study. In ASAE. American Society of Agricultural 2001. Vol.17. P.343-354.
- Crites, R.; Technobanoglous, G. 1998. Small and decentralized wastewater management systems. McGraw-Hill. 1104 p.
- Davis, L. 2005. A handbook of constructed wetlands. In USDA NRCS and EPA: Washington DC, 2005.
- Dunne, E.J.; Culleton, N.; O'Donovan, G.; Harrington, R.; Olsen, A.E. 2004. An integrated constructed wetland to treat contaminants and nutrients from dairy farmyard dirty water. In Elsevier. 2005; Vol.24. P.219-232.
- Healy, M.G.; Rodgers, M.; Mulqueen, J. 2007. Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and intermittent sand filters. In Elsevier. 2007. Vol.98. P.2268-2281.
- Hulshoff Pol, L.W.; de Castro Lopes, S. I.; Lettinga, G.; Lens, P.N.L. 2004. Anaero-

bic sludge granulation. In Elsevier. 2004. Vol.38. P.1376-1389.

Kivaisi, A.K. 2001. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. In Elsevier. 2001. Vol.16. P.545-560.

Lo, K.V.; Liao, P.H.; Gao, Y.C. 1994. Anaerobic treatment of swine wastewater using hybrid UASB reactors. In Elsevier. 1994. Vol.47. P.153-157.

Lorimor, J.; Powers, W.; Sutton, A. 2000. Manure characteristics. In MidWest Plan Service. 2000. Vol.1. P.1-24.

Metcalf, E.; Eddy, H. 2003. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th ed. New York, Ed. Elizabeth A. Jones.

Sánchez, E.; Borja, R.; Weiland, P.; Travieso, L. 2001. Effect of substrate concentration and temperature on the anaerobic digestion of piggery waste in a tropical climate. In Elsevier. 2001. Vol. 37. P.483-489.

Sánchez, E.; Borja, R.; Weiland, P.; Travieso, L. 2001. Effect of substrate concentration and temperature on the anaerobic digestion of piggery waste in a tropical climate. In Elsevier. 2001. Vol. 37. P.483-489.

*.Otras referencias mencionadas en este artículo, al alcance del autor.

Otros artículos publicados por el autor en Revista ECAG Informa:

Comparación de tres métodos de separación de sólidos para excretas, en fincas lecheras	Revista ECAG Informa 11(47):40-44
Producción y caracterización de excreta	Revista ECAG informa 11(49):54-56
Biogás: energía recuperable	Revista ECAG Informa 11(50):24-27
Sistema integrado de aprovechamiento y tratamiento de excretas para generar energía con biogás	Revista ECAG Informa 11(50):28-31
¿Cómo diseñar un biodigestor para lecherías?	Revista ECAG Informa 12(51):61-64
Generación eléctrica con biogás. Una alternativa de ahorro eléctrico para granjas lecheras y porcinas	Revista ECAG Informa 12(52):13-19
Mejoramiento de prácticas agroambientales. Estudio de caso finca modelo del productor Jorge Baltodano Guillén	Revista ECAG Informa 12(52):38-39
Remoción de sulfuro de hidrógeno /ácido sulfhídrico en el biogás	Revista ECAG Informa 12(53):16-20



VI OGAZ

Especialistas en tecnología de biogás

- Implementación de biodigestores •
- Usos de biogás •
- Asesoría con leyes ambientales •
- Talleres de capacitación •

Fincas pequeñas, medianas o grandes

Contáctenos: Telefax: (506) 2265-8374

E-mail: info@viogaz.com

www.viogaz.com

ANUNCIOS CLASIFICADOS

Instrumental quirúrgico e implementos para ganadería

Su jeringa es respaldada en calidad, servicio y repuestos...



- Set de empaques
- Casquillo de protección del vidrio
- Varilla de émbolo completo
- Cilindro de vidrio

rh
HAUPTNER
Herberholz
Fabricación alemana

Servicio Técnico Acavet S.A.

Telefax : 2297-5295 / Celular 8338-9461

Luis Mata / luismata49@yahoo.com / <http://acavet.hostwebs.com/index.html>



Nero

Raza: Frison
Importado de Holanda por su propietario
Color: Negro
Edad: 7 años
Padre: Brandus 345
Madre: Trudie Fan Harns

Propietario: Dr. Juan Luis Vargas Vargas

Información sobre saltos: Tels. (506) 2446 5002 o (506) 8843 5981

Fax: (506) 2446 7583 / e-mail: bp@caballoe.com

Dirección: Atenas Centro, Costa Rica

LABORATORIOS INMUNOVET ofrece:

Servicios de diagnóstico de laboratorio en Medicina Veterinaria de:



- Anemia infecciosa equina
- Neospora caninum
- PRRS
- Babesia caballi y Theileria equi
- Ehrlichia
- Leucosis bovina
- Preñez en yeguas
- Hematología
- Parasitología
- y otros

200 norte y 175 oeste del Museo Juan Santamaría, Alajuela, Costa Rica • Tel.: (506) 2443-6797 • Fax: (506) 2442-8306

Email: inmunovet@racsa.co.cr

Agrimensora SAVI S.A.

Medición de fincas y rediseño de potreros con GPS



Fundamentado en criterios técnicos (carga animal, producción, especies forrajeras, y otros).



alesabor@gmail.com / villo131982@gmail.com

Tels. 8371-3912 / 8398-4737