

Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos

Bibliografía Recomendada y Comentada

Por Jaime Marti Herrero
International Center of Numerical Methods
in Engineering (CIMNE), Spain
(tallerbiogas@hotmail.com)

Febrero 2011

Los biodigestores son sistemas naturales que aprovechan residuos orgánicos, procedentes de actividades agropecuarias, principalmente estiércol, para producir biogás (combustible) y biol (fertilizante natural) mediante el proceso de digestión anaerobia.



Los biodigestores de bajo costo no necesitan un monitoreo sofisticado ya que no requieren de mecanismos de mezcla interna, ni sistemas de calefacción. Están hechos de materiales locales, por lo general con bolsas de plástico para el tanque principal y tubos de PVC que transportan el biogás. Esta tecnología funciona, con adaptación adecuada, en los climas tropicales, continentales, y fríos.

Los biodigestores de bajo costo se han implementado en países en desarrollo desde la década de los 80. Debido a su diseño simple y construcción con materiales fácilmente disponibles, se considera una tecnología apropiada. El "red mud PVC" una bolsa diseñada en Taiwán fue la semilla para el desarrollo de esta técnica. Un mayor desarrollo se llevó a cabo principalmente por Preston en Etiopía, por Botero en Colombia y por Bui Xuan An en Vietnam.

En todos los casos los digestores fueron adaptados para el clima tropical. En el altiplano de Bolivia en el 2003, se adaptó el diseño de Botero a los climas fríos (Martí Herrero, 2007 y 2008). Poggio, en Perú, Poggio propuso que se agregue al modelo de Bolivia un sencillo sistema de calefacción solar, para aprovechar los biodigestores en climas fríos. La tecnología ha sido promovida en varios países en desarrollo como Colombia, Etiopía, Tanzania, Vietnam, Camboya, China, Costa Rica, Bolivia, Perú, Ecuador, Argentina, Chile, México.

En este documento se pretende recoger algunas de las publicaciones más interesantes, así como información que aparece en Internet.

No están todas las fuentes, pero sí las que se han considerado destacables y han sido útiles en este proceso. La mayoría de ellas, aunque no venga indicada la página web, se pueden encontrar en internet, basta con hacer una búsqueda. Artículos esenciales en cualquier bibliografía sobre biodigestores tubulares en el que se establecen los principios y la idea original.

Manuales de instalación

- Botero & Preston. 1987. Biodigestores de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de la excreta. Manual para su Instalación, operación y utilización. <http://www.utaoundation.org/publications/botero&preston.pdf>
- Bui Xuan An, Rodríguez L, Sarwatt S V, Preston T R and Dolberg F 1997b Installation and performance of low-cost polyethylene tube biodigesters on small-scale farms. World Animal Review Number 88 FAO Rome. (Inglés). <http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/feedback/war/W5256t/W5256t06.htm#TopOfPage>
- Francisco X. Aguilar, 2001. 'How to install a polyethylene biogas plant'. (Inglés). http://journeytoforever.org/biofuel_library/digeste.pdf
- Lylian Rodríguez and T R Preston, 'Biodigester installation manual'. University of Tropical Agriculture Foundation, Vietnam. (Inglés). <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/Recycle/biodig/manual.htm>
- Marti Herrero, Jaime. 2008. Guia de Diseño y Manual de instalación de biodigestores familiares (GTZ) (Castellano). http://www.endev-bolivia.org/images/stories/proyecto_endev/biogestores/Descargas/Difusion/Manual-construccion-BDG.pdf
- Poggio, Davide. 2009. Manual de instalacion de un biodigester tipo manga para zonas alto-andinas. (Castellano). http://www.cedecap.org.pe/uploads/biblioteca/101bib_arch.pdf
- VACVINA 1998 Hybrid Technology Biodigester with Automatic Scum Control (HTASC). Center for Rural Communities. Hanoi, Vietnam. (Inglés). <http://www.agnet.org/library/pt/2004017/>

Sobre la tecnología

- Este es un libro publicado online por la FAO. Contiene toda la información biológica, técnica sobre la digestión anaerobia y los biodigestores en general. Muy completo. (Inglés) <http://www.fao.org/docrep/t0541e/T0541E00.htm#Contents>
- Artículo muy completo, con varios datos experimentales y teóricos, sobre los biodigestores (inglés). San Thy, 2001-2003. 'Management and utilization of biodigestores in integrated farming systems University of Tropical Agriculture Foundation. Camboya. <http://www.mekarn.org/>
- Artículo que explica un diseño de biodigester para que exista mayor mezcla del lodo aprovechando la presión del biogás. (Inglés). T R Preston and Lylian Rodríguez, 2002, 'Low-cost biodigesters as the epicenter of ecological farming systems'. University of Tropical Agriculture Foundation, Cambodia. <http://www.mekarn.org/>
- En general se puede encontrar una selección de los artículos más relevantes en: <http://www.mekarn.org/publ.htm>

Experiencias en diferentes países

- Artículos sobre de evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Bolivia (castellano). Marti Herrero J 2007: Experiencia de transferencia tecnológica de biodigestores familiares en Bolivia. *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #192.* <http://www.cipav.org.co>
- Artículos sobre de evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Colombia (castellano). Botero Rand Preston T R ,1987 Biodigester de bajo costo para la producción de combustible y

fertilizante a partir de excretas. Manuscrito ineditado: CIPAV, Cali, Colombia. (Castellano). <http://www.utafoundation.org/publications/botero&preston.pdf>

- Artículo sobre la situación y oportunidades de la tecnología de biodigestores en Sudan (inglés). David Kuria Njoroge, 2002, 'Evolution of biogas technology in South Sudan; current and future challenges'. UNICEF/OLS, South Sudan. <http://www.mekarn.org>
- Artículos sobre evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Vietnam (inglés). Bui Xuan An, Thomas R Preston and Frands Dolberg, 1997. "The introduction of low-cost polyethylene tube biodigesters on small scale farms in Vietnam". Livestock Research for Rural Development 1997. Volume 9, Number 2. <http://www.fao.org/ag/aGa/agap/FRG/lrrd/lrrd9/2/an92.htm>
- Bui Xuan An, 2002. "Biogas technology in developing countries: Vietnam case study". Vietnam. <http://www.mekarn.org/procbiod/an.htm>
- Duong Nguyen Khang and Le Minh Tuan, 2002, 'Transferring the low cost plastic' Vietnam. <http://www.mekarn.org>
- Bui Van Chinh, Le Viet Ly, Nguyen Huu Tao and Nguyen Giang Phuc, 2002. "Biogas technology transfer in small scale farms in Northern provinces of Vietnam". Vietnam. <http://www.mekarn.org/procbiod/chinh.htm>
- Artículo sobre de evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Filipinas (inglés). F A Moog, H F Avilla, E V Agpaoa, F G Valenzuela and F C Concepción, 1997. "Promotion and utilization of polyethylene biodigester in smallhold farming systems in the Philippines." Filipinas. Livestock Research for Rural Development 1997, Volume 9, Number 2. <http://www.fao.org/ag/aGa/agap/FRG/lrrd/lrrd9/2/moog92.htm>
- Tesis Doctoral sobre la introducción de biodigestores en India (inglés). Mathias Gustavsson, 2000. "Biogas Technology – Solution in Search of Its Problem: A Study of Small-Scale Rural Technology Introduction and Integration". Suecia. <http://www.mtonga.se/documents/2000%20DISSERTATION%20biogas%20technology%20india%20Gustavsson.pdf>
- Artículo sobre de evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Egipto (en inglés). Samir El-Shimi and Salah arafa, 1995. "Biogas Technology transfer to rural communities in Egypt". Egipto. http://www.egyptchm.org/chm/implementation/pdf/tech_transfer/EL_S0291.pdf
- Artículo sobre de evaluación de la difusión de la tecnología de biodigestores en Tanzania (inglés). Lotte Cortsen, Malene Lassen, Helle K.Nielsen, 1995. "Evaluation of Small Scale Biogas Digesters in Turiani, Nronga and Aman, Tanzania". University of Aarhus, Dinamarca. <http://www.ardaf.org/NR/rdonlyres/39D9AA2F-7D09-4B0E-B6CE-AC4E858F237C/0/199616LotteCortsen.pdf>

Páginas web de interés

- Merkan: En esta página se pueden encontrar artículos on-line seleccionados sobre biodigestores.(Inglés). <http://www.mekarn.org/>
- Livestock Research for Rural Development. Es la revista on-line que mayor cantidad de información uno puede encontrar sobre estudios de biodigestores, a nivel técnico, social, evaluaciones, etc. <http://www.lrrd.org/>
- Paul Harris. Este profesor de la Universidad Adelaide de Australia, ha colgado en su web, también en castellano, muchas informaciones, tanto para principiantes como experimentados en biogás. Muy recomendable (castellano e inglés). <http://www.adelaide.edu.au/biogas/>

- UTA: Es la Universidad de Agricultura Tropical, y tiene extensiones en Colombia, Camboya y Venezuela. Han participado en la mayoría de investigaciones relevantes en biodigestores de bajo costo (castellano e inglés). <http://www.utafoundation.org/>
- Rural Costa Rica: Grupo de mujeres de Santa Fe, que tienen una información muy completa sobre biodigestores en general, así como su experiencia con biodigestores semirregados. Es muy interesante. (castellano e inglés). <http://www.ruralcostarica.com/biogas.html>
- Taller Biogas (Bolivia). En este blog se muestran las actividades de investigación desarrollo e implementación de biodigestores de bajo costo en Bolivia. Hay desde diseños, convocatorias de cursos, avances de proyectos concretos, etc. <http://tallerbiogas.blogspot.com>

Videos en Internet

Muy recomendable el video colgado por la Universidad EARTH de Costa Rica. Está dividido en dos partes: (Palabras clave: biogás Costa Rica)

http://es.youtube.com/watch?v=hjoSNv_pIzQ
http://es.youtube.com/watch?v=_EGBedmIjM0

Se publicó un video por GTZ-Energía sobre la instalación de un biodigestor de altiplano en Bolivia como parte de un taller comuna y la instalación de reservorios verticales.: (Palabras clave: biogás Bolivia):

<http://es.youtube.com/watch?v=3SI0XEN5Bgo>
http://www.youtube.com/watch?v=Vs0JuV8WD_c

Publicaciones

- Aguilar F. X., 2001. How to install a polyethylene biogas plant. MSc Sustainable Agricultural Systems. The Royal Agricultural College Cirencester. United Kingdom
- Botero R. y Preston T. R., 1987. Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas: Manual para su instalación, operación y utilización'. CIPAV, Cali, Colombia.
- Bouallagui H., Ben Cheikh R., Marouani L., Hamdi M., 2003. Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester. Bioresource Technology, Volume 86, Issue 1, Pages 85-89
- Boubaker Fezzani, Ridha Ben Cheikh , 2007. Thermophilic anaerobic co-digestion of olive mill wastewater with olive mill solid wastes in a tubular digester. Chemical Engineering Journal, Volume 132, Issues 1-3, Pages 195-203
- Bui Xuan An, Ngo an Man, Duong Nguyen Khang, Nguyen Duc Anh and Preston T. R., 1994. Installation and performance of low-cost polyethylene tube biodigesters on small-scale farms in Vietnam. Proceedings of National Seminar- workshop "Sustainable Livestock Production On Local Feed Resources" Ho Chi Minh City, November 22 - 27, 1993 pp: 81-90
- Bui Xuan An, Rodriguez L., Sarwatt S. V., Preston T. R., and Dolberg F., 1997. Installation and performance of low-cost polyethylene tube biodigesters on small-scale farms. World Animal Review (88) 1:38-47
- Dinsdale R. M., Premier G.C., F. R. Hawkes F.R., D. L. Hawkes D.L., 2000. Two-stage anaerobic co-digestion of waste activated sludge and fruit/vegetable waste using inclined tubular digesters. Bioresource Technology, Volume 72, Issue 2, Pages 159-168
- Ferrer I., Gamiz M., Almeida M., Ruiz A. 2009. Pilot project of biogas production from pig manure and urine mixture at ambient temperature in Ventanilla (Lima, Peru). Waste Management 29, pp168-17
- Hawkes F. R. , 1986. Operation of a laboratory-scale tubular digester on piggery waste Agricultural Wastes, Volume 18, Issue 1, Pages 39-60
- Lansing S., Botero R., Martin J.F, 2008a. Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. Bioresource Technology, Volume 99, Issue 13, Pages 5881-5890

- Lansing S., Viquez J., Martinez H., Botero R., Martin J., 2008b. Quantifying electricity generation and waste transformations in a low-cost, plug-flow anaerobic digestion system. *Ecological Engineering, Volume 34, Issue 4, 5 Pages 332-348.*
- Lansing S., Martin J.F., Botero R., Nogueira da Silva T., Dias da Silva E., 2010a. Methane production in low-cost, unheated, plug-flow digesters treating swine manure and used cooking grease. *Bioresource Technology, Volume 101, Issue 12, June 2010, Pages 4362-4370*
- Lansing S., Martin J.F., Botero R., Nogueira da Silva T., Dias da Silva E., 2010b. Wastewater transformations and fertilizer value when co-digesting differing ratios of swine manure and used cooking grease in low-cost digesters. *Biomass and Bioenergy*, In Press, Corrected Proof, Available online 24 July 2010.
- Marti Herrero J., 2007. Transfer of low-cost plastic biodigester technology at household level in Bolivia. *Livestock Research for Rural Development. Volume 19, Article #192.*
- Martí Herrero J., 2008. *Biodigestores Familiares. Guía de diseño y manual de instalación.* Ed: GTZ. ISBN: 978-99954-0-339-3, Bolivia.
- Ong H. K., Greenfield P. F., Pullammanappallil P. C., 2000. An operational strategy for improved biomethanation of cattle-manure slurry in an unmixed, single-stage, digester. *Bioresource Technology* 73, pp87-89.

Jaime Marti Herrero

***Technical advisor of biogas for the GTZ-Bolivia
International Center of Numerical Methods in Engineering (CIMNE)
Building Energy and Environment Group.C/Dr.Ullés, 2, 3r, 08224,
Terrassa (Barcelona), Spain.
jaimemarti@cimne.upc.edu***