



Repositorio Digital de la UNC
Facultad de Ciencias Agropecuarias



Biomasa proveniente de Residuos Orgánicos Poblacionales para la producción de biogas con transferencia a la Comuna de General Fotheringham, Córdoba-Argentina

Stobbia, Daniel
Viera Fernández, Beatriz
Cabanillas, Carmen
Heredia, Angélica
Eimer, Griselda
Ledesma, Alicia

Ponencia presentada en el III Congreso Internacional de Ambiente y Energías
Renovables; I Jornada Internacional de Biomasa. Villa María, Argentina,
11 al 15 de noviembre de 2013



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

El Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Córdoba (RDU), es un espacio donde se almacena, organiza, preserva, provee acceso libre y procura dar visibilidad a nivel nacional e internacional, a la producción científica, académica y cultural en formato digital, generada por los integrantes de la comunidad universitaria.



Biomasa proveniente de Residuos Orgánicos Poblacionales para la producción de biogas con transferencia a la Comuna de General Fotheringham, Córdoba- Argentina

Stobbia Daniel¹, Viera Fernández Beatriz¹, Cabanillas Carmen¹, Heredia Angélica², Eimer Griselda², Ledesma Alicia¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Avda. Valparaíso s/nº, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. Tel. 0351-4334116/17/05, e-mail: dstobbia@hotmail.com.

²Centro de Investigación y Tecnología Química, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Maestro López esq. Cruz Roja s/n Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

Resumen

El manejo ambiental y tecnológico de los Residuos Orgánicos Poblacionales (ROP) aborda una problemática general del tratamiento de los mismos para convertir una fuente de contaminación en recursos apropiados para la sociedad, principalmente recursos energéticos de la biomasa poblacional.

La responsabilidad de la gestión de estos residuos debe estar en los propios Municipios y Comunas ya que en su gran mayoría el destino final son vertederos a cielo abierto o enterramientos sin ningún tipo de reducción previa, ni separación en origen.

El objetivo de esta investigación se basa en desarrollar un proceso de biorremediación por microorganismos para transformar la biomasa poblacional residual orgánica en un producto compatible con el ambiente, con valor sustentable, aplicando una tecnología socialmente apropiada generar energía alternativa.

Se realizó una encuesta diagnóstico en la población, a fin de conocer la percepción que tienen de los ROP en la Comunidad de General Fotheringham y se seleccionaron 50 familias para la recolección diferenciada de los mismos en origen. El proceso de la biodigestión de los ROP se realizó con un biodigestor piloto, tipo hindú modificado, construido en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, que se replicará en la Comuna transfiriéndose la información obtenida de dicho proceso.

Del análisis del comportamiento de variables dentro del Biodigestor, con diferentes biomasa poblacionales, se ha conseguido una producción de 0,26 m³ de biogás correspondiente a una carga reducida al 50% de su capacidad máxima aproximadamente. De la comparación de las biomasa utilizadas, se observa un mayor porcentaje de gas metano producido por los Residuos Sólidos Orgánicos Domiciliarios (48 %), con respecto a la de Corte de pasto (33%).

Palabras Claves: biomasa , biogás , energía alternativa, residuos orgánicos poblacionales.

Abstract

The environmental and technological management of Organic Population Disposals (OPD) covers a general predicament around treating them in order to convert a source of pollution into useful resources for the society, mainly energetic resources of the population biomass.

The responsibility of managing these resources must lay in Municipalities and local governments as in most cases their final destinations are open dumps or interments without any type of previous reduction or separation in the origin location.

The goal of this investigation is to develop a process of bio-remediation by micro-organisms to transform organic residual population biomass into an environmentally compatible product, with sustainable value, applying a socially appropriate technology to generate alternative energies.

A diagnostic survey of the population was developed to understand the perception that people have of the OPDs in the community of General Fotheringham and 50 families were selected for selective recollection of OPDs in the origin location. The process of the OPDs bio-digestion was performed with a pilot bio-digester, modified Hindu type, built at the Facultad de Ciencias Agropecuarias of the Universidad Nacional de Córdoba which will be replicated in the community transferring the information obtained from the process.

From analyzing the behavior of variables within the bio-digester, with different population biomasses, a production of 0,26 m³ of bio-gas corresponding to a load reduced at 50% of its

maximum capacity has been obtained. While comparing the different biomasses used, it can be observed a higher percentage of methane gas produced by Organic Solid Disposals (55%) in comparison with that of Green Disposals (33%).

Key words: biomass, biogas ,alternative energy, organic population disposals.

Introducción

Los factores que generan un Impacto Ambiental negativo son: -Incorreción de los Residuos Orgánicos Poblaciones (ROP) –Continuo aumento de los mismos –Incremento de población humana –Procesos de transformación agroindustrial y agroalimentaria –Hábitos de consumo de las personas –Aumento de la población que vive en áreas urbanas (Acurio, 1997, Neme, 2012).

Esto produce Contaminación de aire, agua, suelo, flora y fauna (García Gil, 2001, Ríos y Pimentel, 2005).

Argentina muestra un índice de desempeño ambiental modesto, ocupa el puesto 50. (Environmental Performance Index EPI, 2012).

La incorrecta Gestión de Residuos Sólidos es uno de los principales problemas en la Provincia de Córdoba (Nirich, 2000). La Responsabilidad de la Gestión de los mismos está en los Gobiernos Locales con compromisos civiles y políticos respecto de la sustentabilidad y cuidado de la naturaleza (Costa, 1991; Cumbre de la Tierra, 2012; Gobierno Ciudad de Buenos Aires, 2012; Protocolo Kyoto y Agenda 21)

Los ROP son tratados con sistemas tradicionales como basurales a cielo abierto, vertederos incontrolados, quema de residuos entre otros (Armenta y Rodríguez, 2003).

Los Gobiernos locales Municipios y Comunas juegan un nuevo rol como promotores y facilitadores de proyectos agroindustriales, agroalimentarios y bioenergéticos en origen. En este caso lo realizan proporcionando la Infraestructura requerida (parque bioenergético), articulando actores públicos y privados, vinculando el sistema educativo y productivo local (RRHH Afines), impulsando formas asociativas (Pymes, ONG, Cámaras, etc.) y potenciando servicios de apoyo a la producción. El impacto que esto produce afecta la Industrialización y/o transformación de materia prima en origen, la redistribución de la renta agrícola en el pueblo, la generación de empleo genuino, arraigo de la población rural y más recaudación Municipal. (PRECOP INTA, 2012).

El medio ambiente en general y los ROP deberían ser una inversión y no un gasto en las políticas públicas (ENGIRSU 2005, GIRSU 2011).

La solución para disminuir la biomasa residual domiciliar transformándola en un producto final compatible con el ambiente y con valor en el mercado justifica el desarrollo de procesos biológicos, basados en la descomposición de la materia orgánica por la acción de microorganismos en condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación (Escalante, 1999, Lombrano, 2009, Cubero, 1994, Sufian y Bala, 2006, Gropelli y Gianpaoli, 2001, Amiguna y von Blottnitz, 2010, Mwirigi et al., 2009, Geng et al., 2010, Stobbia et al 2011 y 2012).

Actualmente coexisten tecnologías ecológicamente adecuadas como: biodigestores, molinos de viento, paneles solares, con otras destructivas que son consumidoras de energía con impactos ambientales negativos (Varnero, 2001, 2004).

Porque el uso de biodigestores para producir energía alternativa?

Por que es un claro ejemplo de Tecnología Socialmente Apropiada (TSA), generando biogás a escala doméstica o comercial ya sea en poblaciones rurales o urbanas, disminuyendo la biomasa de ROP, producidos en las mismas.

Los biodigestores pueden ser alimentados con cierto tipo de residuos orgánicos y la caracterización de las materias primas resultan de gran utilidad para medir principalmente el contenido de sólidos totales y volátiles. Toda materia orgánica residual que se destine como

alimentación para un biodigestor, generalmente está compuesta por una importante cantidad de agua y una fracción de sólidos totales (ST).

Las mezclas de Biomasa deben contener entre un 7 y 9 % de ST y una relación C/N =30 (INTA, 1993, OLADE, 1981) para obtener los mejores resultados en la digestión anaeróbica, dentro del biodigestor.

La Biomasa es toda materia de origen biológico (excluidas las formaciones fósiles) como los cultivos energéticos, desechos y subproductos agrícolas y forestales, estiércol o biomasa microbiana (FAO, 2012).

La Biomasa es diferente en origen según el tipo de residuo utilizado. Pueden ser:

- Residuos Poblacionales (Domésticos).
- Residuos Agrícolas.
- Residuos Animales.
- Residuos Forestales.
- Residuos Agro y Foresto Industriales.

Todos estos sectores aportan materia para la generación de la energía térmica o eléctrica derivada de la Biomasa (Proyecto PROBIOMASA, 2012).

La digestión anaeróbica es un proceso natural que corresponde al ciclo anaerobio del carbono accionado y combinado con diferentes grupos bacterianos, en ausencia total de oxígeno, utilizando la materia orgánica para alimentarse y reproducirse. Las etapas de esta digestión se desarrollan con valores de pH de 6 a 7,5 y temperaturas entre 10 a 37 C rango aceptable para las bacterias mesófilas (Weijma y Stams, 2001, Deublein y Steinhauser, 2008).

La producción de biogas tiene como destino servir como combustible para: calefactores, heladeras, cocinas domésticas e incluso para generar electricidad. Esto evita la liberación de metano a la atmósfera, generando biogás a diferentes escalas domésticas sean para poblaciones rurales o urbanas, disminuyendo la biomasa de Residuos Orgánicos Domiciliarios producidos en la población.

Este trabajo está orientado al tratamiento de la problemática existente con respecto al inadecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos, pertenecientes a la localidad de General Fotheringham, en el marco del convenio suscripto con la FCA – UNC - Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba.

Objetivo General:

- Obtener a partir de la construcción de un biodigestor a escala piloto, energía no convencional (biogás) a partir de los residuos orgánicos poblacionales, generados a partir de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y de corte de pasto de jardín.

Objetivos Específicos:

- Concientizar a los habitantes de la localidad de General Fotheringham sobre la importancia que tiene para el ambiente el correcto manejo y tratamiento de los residuos orgánicos.
- Seleccionar y Capacitar 50 familias para efectuar la recolección diferenciada de sus residuos.
- Diseñar y Construir un Biodigestor piloto en la FCA – UNC.
- Poner en funcionamiento el biodigestor piloto, el que se alimentará con dos tipos de biomasa.
- Ajustar las variables de funcionamiento del biodigestor tales como temperatura y pH.
- Analizar la composición química del biogas producido, los porcentajes de CH₄ y CO₂ y su respectiva relación molar, por cromatografía gaseosa
- Transferir los resultados de este desarrollo a CGF y a otras poblaciones urbanas y rurales a las que les resulte de interés abordar la problemática del tratamiento de los residuos domiciliarios de manera sustentable.

Materiales y Métodos

La localidad de General Fotheringham está ubicada en el Departamento Tercero Arriba, a 140 Km. de Córdoba Capital sobre la ruta provincial N° 6, entre las localidades de Hernando y Tancacha a 17 y 14 km. respectivamente. Cuenta con una población en la zona urbana de 550 habitantes y su actividad económica principal es la agropecuaria, donde la soja cubre más del

80 % de la superficie agrícola sembrada. El relieve de la zona es prácticamente llano y el clima es templado con un régimen de precipitaciones anuales de 700 mm.

Manejo de los residuos por el proceso anaeróbico.

Actualmente los residuos domiciliarios no sufren ningún tipo de separación; son colocados en bolsas o recipientes siendo recolectados tres días por semana; posteriormente los residuos son arrojados y acumulados en un Vertedero no controlado a cielo abierto ubicado en la zona periférica de la localidad donde mensualmente se produce la quema de los mismos por personal del mantenimiento Comunal. Esta es la forma más primitiva y económica de eliminar residuos aunque tiene un alto costo desde el punto de vista ambiental. Estos vertederos no controlados constituyen centros de proliferación de animales y microorganismos que pueden afectar la salud humana; generan productos de descomposición que pueden contaminar el suelo, el aire y llegar a las napas superficiales de agua; generan olores nauseabundos y pueden provocar incendios que liberan humos tóxicos. La cantidad de residuos totales que se produce mensualmente, en promedio de varios meses, arrojó valores de aproximadamente 15 tn /mes.

Concientización de los vecinos.

- Se formó el CCA - Consejo Comunal Ambiental, que está integrado por jóvenes, bajo la coordinación de una docente de nivel secundario, con el objetivo principal de apoyar y colaborar con las distintas estrategias de concientización que se desarrollaron como son:

- Charlas a la comunidad en general, en escuelas y en organizaciones intermedias.- Talleres de Capacitación- Entrega de folletos informativos.- Visita individual a vecinos.- Respuesta de preguntas por vía e-mail.

- Se realizaron encuestas diagnósticos a los vecinos, para saber el conocimiento que tenían sobre los residuos domiciliarios.

Todas estas acciones y principalmente los talleres fueron coordinadas por especialistas de la FCA – UNC. y otras Instituciones calificadas.

Selección de las 50 familias.

La misma fue realizada con el apoyo del CCA sobre la base del grado de interés y compromiso manifestado por cada familia durante el proceso de concientización y capacitación llevado adelante, y teniendo en cuenta las características socio-económicas de las mismas, a fin de tomar una muestra representativa de la población. A cada familia se le entregó un recipiente adecuado para la recolección de 5 dm³ de capacidad, un contenedor hermético y cincuenta bolsas identificadas con un código correspondiente a la familia.

Construcción del biodigestor.

Se construyó en la FCA – UNC un biodigestor tipo “Hindú Modificado” a escala piloto, teniendo en cuenta parámetros tales como: volumen de carga (volumen total de material orgánico diluido con el agua necesaria para introducirlo en el biodigestor), tiempo de retención (se calculó dividiendo el volumen útil del biodigestor por el volumen de la carga diaria, expresando el valor en días), volumen de biodigestor (volumen efectivamente útil para la biodigestión, expresado en m³), volumen de gasómetro (capacidad de almacenamiento de biogás en función de una demanda puntual) y velocidad de carga (cantidad de materia orgánica que se introduce por unidad de volumen por día, expresada en kg. de sólidos volátiles por m³ por día). El mismo tiene una capacidad de carga diaria de 7 kg de residuos y una producción de 0,6 m³ de biogás. En esta experiencia se trabaja con la mitad de la carga diaria, como prueba piloto.

La composición del biogás se analizó por cromatografía gaseosa con detector de conductividad, mediante una columna de HP Plot-Q con Helio como gas portador.

Se utilizaron dos tipos de Biomasa.

- Residuos orgánicos domiciliarios.

- Pasto de corte de espacios verdes

Los análisis se realizaron en tres fechas por triplicado.

Para tomar las muestras se diseñó un muestreador de gas que consta de un tubo de vidrio con estrangulamiento en sus extremos donde se le adapta una manguera de látex que se conecta a la válvula de salida de la campana del biodigestor.

Resultados y Discusión

Encuestas realizadas a la población de la Comuna:

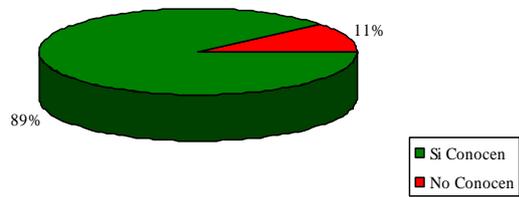


Figura 1
Porcentaje de familias que conocen los efectos que un basural a cielo abierto provoca al medio ambiente

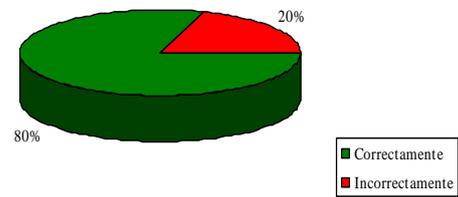


Figura 2
Porcentaje de familias que asignó correctamente los RSO que colocaría en la bolsa de separación

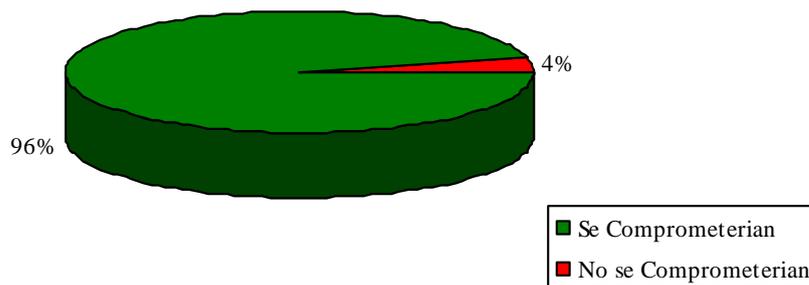


Figura 3
Porcentaje de familias que se comprometerían a realizar una separación diferenciada de residuos

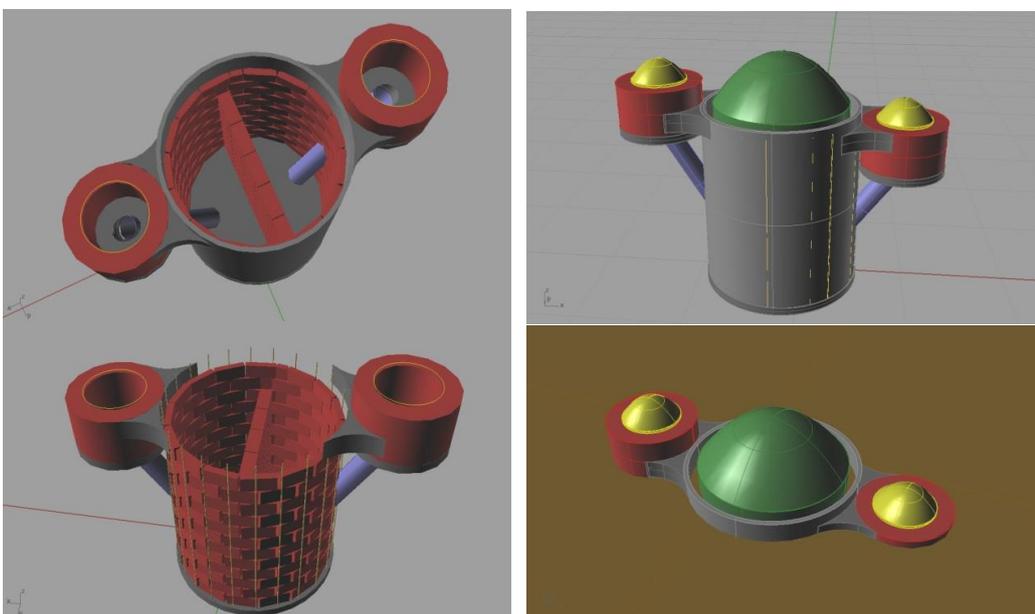


Figura 4
Diseño tridimensional del biodigestor



Figura 5
Biodigestor construido.

Tabla 1 Composición química de dos biomásas de residuos poblacionales

Biomasa	Fecha de Análisis	Compuesto	% peso	Reacción molar CH ₄ /CO ₂
Residuos Orgánicos Domiciliarios	18/03/2013	Metano CH ₄	51	2.89
		Dióxido de Carbono CO ₂	49	
	23/04/2013	Metano CH ₄	45	2.24
		Dióxido de Carbono CO ₂	55	
	31/05/2013	Metano CH ₄	48	2.55
		Dióxido de Carbono CO ₂	52	
Corte de pasto	24/07/2013	Metano CH ₄	30	1.29
		Dióxido de Carbono CO ₂	70	
	23/08/2013	Metano CH ₄	36	1.54
		Dióxido de Carbono CO ₂	64	
	25/09/2013	Metano CH ₄	33	1.39
		Dióxido de Carbono CO ₂	67	

En estos proyectos de Tecnología Socialmente Apropriada se trabaja en forma conjunta con la Comuna, el Sector Científico y la Universidad, como así también con organizaciones educativas incluyendo instancias de capacitación e información, esto último surge a partir de las encuestas realizadas. La población en general tiene conocimiento de que los residuos orgánicos poblacionales, son productos de sus acciones y tienen conciencia de que es necesario un tratamiento de los basurales a cielo abierto.

Se propuso un diseño y construcción de un biodigestor para desarrollar una propuesta sustentable para toda la comunidad, para utilizar una fuente de energía renovable mediante la producción de biogás a partir de todos los residuos orgánicos que generan distintos tipos de biomasa.

Toda materia orgánica residual es posible de ser afluente en un biodigestor para producir biogás, pero no todas las biomásas tienen el mismo rendimiento energético. La mayor proporción en gas metano (48%) de los Residuos Orgánicos Domiciliarios en relación al Residuos de corte de Pasto (33%) demuestra su mayor poder calorífico

La transferencia de esta tecnología a esta comunidad eleva la Calidad de Vida de la población tanto rural como urbana

Conclusiones

La encuesta realizada a una muestra representativa de la población permitió visualizar:

- a) un importante nivel de conocimiento de la población a cerca de la valuación que hacen de los ROP, tanto en su disposición como en el manejo no sustentable de los mismos.
- b) Un gran interés de la población de formar parte de un manejo sustentable de los ROP que se generan en la comunidad.
- c) Las biomásas de los ROP utilizadas dieron valores diferentes en la relación Metano / Dióxido de Carbono, siendo la de mayor valor la producida por los Residuos Sólidos Orgánicos Domiciliarios y no la de Corte de Pasto.
- d) El proceso de la biodigestión de los ROP se realizó con un biodigestor piloto, tipo hindú modificado, construido en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, que se replicará en la Comuna de General Fotheringham transfiriéndose la información obtenida en dicho proceso.

Bibliografía

- Acurio, G.** (1997). Diagnóstico de la situación de residuos sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Washington. Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana.
- Amiguna B. y von Blottnitz H.** (2010). Capacity-cost and location-cost analyses for biogas plants in Africa. Resources, Conservation and Recycling. En prensa.
- Armenta Q. I. C. y Rodríguez, C. M.** (2003). Compostaje de biosólidos provenientes del Reactor UASB de la estación en investigación en tratamientos de aguas residuales Acuavalle S.A.E.S.P de Ginebra. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración Palmira, Colombia, 92 pp.
- Costa, F.** (1991). Residuos orgánicos urbanos: manejo y utilización. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Centro de Edafología y Biología Aplicada, Murcia, España, 181 pp.
- Cubero F. D.** (1994). Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Euned, 2ed, San José, C.R., 300pp.
- Cumbre de la Tierra.** (2012). Conferencia del Medio Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil. Environmental Performance Index.2012. Aunque mejoró la Argentina aún registra un modesto desempeño ambiental. Nuevas Energías. Editorial PGQ SA. Bs. As. Argentina.
- Deublein D.; Steinhäuser A.** (2008). Biogas from waste and renewable resources: An introduction Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Weinheim. 443p
- ENGIRSU** (2005) Estrategia Nacional de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, ENGIRSU – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Escalante, A. M. A.** (1999). Alternativas de sustratos hortícolas obtenidas mediante compostaje de mezclas de cachaza con residuos orgánicos. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira.
- García Gil, J. C.** (2001). Efectos Residuales y acumulativos producidos por la aplicación de compost de Residuos urbanos y lodos de depuradoras sobre agro sistemas mediterráneos degradados. Tesis Doctoral. Universidad autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias.
- Geng Y., Tsuyoshi F. y Chen X.,** (2010). Evaluation of innovative municipal solid waste management through urban symbiosis: a case study of Kawasaki. Journal of Cleaner Production 18, 993 -1000.
- GIRSU** (2011) Lineamientos para la propuesta de gestión integral de residuos sólidos urbanos, para la Ciudad de Córdoba –Córdoba
- Groppelli E. y Giampaoli O.,** (2001). Ambiente y Tecnología Socialmente Apropiada. Centro de Publicaciones, Secretaria de Extensión, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.
- INTA** (1983) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Biogás: Energía y Fertilización – Manual de Producción y Utilización. Dpto de Ingeniería Rural. Castelar
- Lombrano A.** (2009). Cost efficiency in the management of solid urban waste. Resources, Conservation and Recycling 53, 601 – 611.
- Mwirigi J., Makenzi P. y Ochola W.** (2009). Socio-economic constraints to adoption and sustainability of biogas technology by farmers in Nakuru Districts, Kenya, Energy for Sustainable Development 13, 106 – 115.
- Neme,HA.** (2011). Crisis Ambiental. Naturaleza y Tecnología. Núm.53. ISSN 1853-6441.
- Nirich, S.** (2000). Diagnóstico Provincial de los Sistemas de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos. Dirección de Ambiente. Gobierno de la Provincia de Córdoba.
- OLADE** (1981) – Organización Latinoamericana de Energía – Instituto de Investigaciones Eléctricas – Div. Fuentes de Energía – Dpto Fuentes no Convencionales de Energía. Biogás: Energía y Fertilizantes a partir de Desechos Orgánicos. Manual para el Promotor de la Tecnología. Cuernavaca, Morelos – México –

Sufian M. y Bala B. (2006). Modelling of electrical energy recovery from urban solid waste system: The case of Dhaka city. *Renewable Energy* 31, 1573 – 1580.

Varnero,MT. (2001). Desarrollo de sustratos: compost y bioabonos.En: *Experiencias Internacionales en la rehabilitación de espacios degradados*. Univ. De Chile, Fac. Cs. Forestales. Publicaciones Misceláneas Forestales Núm.3,123 p.21-30.

Varnero, MT; Faúndez, P; Santibañez,C. (2004). Evaluación de lodo fresco y compostado como materia prima para la elaboración de sustrato, *Actas del Simposio de las Ciencias del Suelo- Residuos orgánicos y su Uso en Sistemas Agroforestales-*, 361-365, Temuco- Chile.