

Tecnología biogás y política energética: compost y enterramientos frente a gas combustible.

Jorge A. Basagoitia García
jorge.basagoitia@utec.edu.sv
Investigador UTEC

RESUMEN

Alto costo del gas combustible, focalizaciones y racionalizaciones. ¿Tiene opciones diferentes el Estado Salvadoreño para liberar capacidad de pago según lo señalan organismos multilaterales? Los indicadores abordados en el estudio sugieren una mayor rentabilidad de la producción de biogás respecto al compost y los rellenos sanitarios. Los datos corresponden a abril de 2011.

A medida que el país importa más energía y tecnología para el consumo, la dependencia, hacia estos aumenta, y los problemas van complejizándose en la misma proporción. Con cada importación y consumo, la distancia científico-tecnológica entre El Salvador y los países de vanguardia tecnológica, aumenta cada vez más.

En ese contexto, se aborda la posibilidad de transformar biomaterias residuales en energía con beneficios en salud y ambiente. Con esto se pretende justificar la necesidad de realizar procesos de investigación experimental para tener indicadores locales de planificación y prospección tecnológica, como la tasa de producción de biogás en metros cúbicos por tonelada de materias municipales residuales biodegradables (M3/T).

Palabras clave: crisis energética, subsidios, focalización, racionalización, biodegradables, biogás, compost.

ABSTRACT

High cost of fuel gas, focus and streamline. Do you have different options for releasing the Salvadoran government's ability to pay notes as multilateral organizations?. Addressed indicators suggest a greater and substantial profitability to produce compost and biogas compared to landfill

At the same time the country imports more energy and technology for consumption, dependence increases, the problems are complex in the same proportion. With each import and consumption, scientific and technological distance from the back position occupied El Salvador in the world for the technologically advanced countries, grows and grows and grows.

In this context and with the spirit of finding solutions, will address specific issues related to the possibility of transforming waste into energy creep in health and environment benefits. It seeks to justify the need to carry out research and experimentation processes for local indicators have strong planning and technological forecasting as it is among many others for example, the rate of biogas production in cubic meters per tonne of biodegradable municipal waste materials (M3 / T).

Keywords: energy crisis, subsidies, targeting, streamlining, biodegradable, biogas, compost.

Introducción

Dadas la recientes transformaciones del escenario energético que son factores que exigen un reacomodo de procesos de generación, pero también de subida de precios para soportar la oferta global de energía evidentes como: Reafirmación de la tendencia de potencias industrializadas a intervenir militarmente en zonas productoras de petróleo (Libia, febrero, marzo, abril, 2011). Accidente de varios reactores nucleares en Fukushima asociadas a terremoto y tsunami (Japón, marzo 2011). Las consiguientes protestas (abril, 2011) en contra de las plantas de potencia termonuclear, y en consecuencia la

presión pública sobre una forma aun riesgosa y cuestionada de producir y ofertar energía al mercado. (Three mile Island marzo, Pensilvania USA 1979; Chernobyl URSS, abril 1986; Fukushima, Japón, marzo 2011). Modalidad que además de Japón, tiene una fuerte presencia en países como Estados Unidos, Reino Unido, Francia, España, Alemania y otros. Reactivación en meses recientes y con énfasis en 2011 del comportamiento alcista del precio de los hidrocarburos y como corolario, inflación alimentaria.

Lo anterior enfrenta a El Salvador a enormes retos sobre la problemática energética, que a su vez nos lleva a las siguientes interrogantes ¿Se puede transformar el Estado

salvadoreño subsidiador de combustibles a uno productor de combustibles?, ¿Le puede interesar a corporaciones municipales la producción de combustibles?.

Al respecto hay algunas experiencias en El Salvador como Industrias la Constancia, (con malta); Corinto (Fondo de la Iniciativa de las Américas El Salvador, FIAES): Atapasco, Miravalle, San José (residuos fisiológico de animales industriales); Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, CENTA; Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, ISIC; trabajos de graduación de universidades tales como: Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA; Universidad Don Bosco, UDB; Universidad de El Salvador, UES y la UTEC que desde hace dos años a intentado aportar al respecto.

Objetivos Generales del proyecto

Con el propósito general de poner en agenda la discusión de la producción local de combustibles gaseosos a partir de un molesto y espinoso recursos energético, las biomaterias residuales, se abordarán algunas facetas de un problema multifactorial relacionado a la tendencia alcista y hacia la liberación del precio del gas propano para ciertas actividades económicas y estratos sociales.

Se presenta un análisis de orden comparativo sobre la problemática del manejo de los biodegradables, sus probables relaciones con el aspecto energético de los combustibles gaseosos importados a partir de un panorama surgido de algunas atractivas pautas de solución distintas a los rellenos sanitarios y al *compost*. La comparación trata de elaborar elementos de participación en la discusión sobre el destino de los abundantes biodegradables:

Desarrollar esfuerzos en enterramientos y composteras para producir fertilizante orgánico o en procesadores anaeróbicos para producir gas combustible.

Objetivos Específicos:

- Hacer una aproximación a la incidencia del problema ambiental y sistema de subsidios energéticos *que pueden asociarse* a biodegradables, sobre el presupuesto nacional.
- Señalar indicios de un nuevo rumbo alternativo de política de Estado, municipal o socios respecto al procesamiento de biodegradables e identificar pautas de solución alternativas al enterramiento y al compost respecto al manejo de materias orgánicas biodegradables de origen municipal.
- Advertir la necesidad de obtención investigativo-experimental de indicadores locales de planificación y prospección tecnológica.

Metodología

Se reconoce el problema por los impactos socio-energéticos y ambientales que ocasiona a través de 3 bloques relacionados entre sí:

- Medioambiente, residuos sólidos, subsidios energéticos y salud.
- Contaminación del agua.
- Tragedia infantil.

Se cuantifican al menos parcialmente, los costos sociales de convivir con el problema. Indicios de solución. Comparación de propuestas de solución. Se dan señales teóricas referenciadas a tasas de producción (Biogás Handbook, 2009; Informe de Vigilancia Tecnológica, 2009), que contribuyan a la solución a través de una comparación entre una modalidad oficial de tratamiento de orgánicos como enterramientos, planta compost y el procesamiento anaeróbico mesofílico alternativo relacionado a dos entes: El Estado subsidiador y el libre mercado.

Desarrollo

Bloque 1, reconocimiento del problema: medioambiente, residuos sólidos, subsidios energéticos y salud.

“Durante 2009 El Salvador produjo 3,400 toneladas diarias de desechos sólidos...” (Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos. Gobierno de El Salvador, 2010).

Para su composición porcentual a nivel latinoamericano observar tabla 1.

Tabla 1.

Composición promedio de residuos sólidos municipales en algunas ciudades de América Latina (% peso neto).

Material	México (Ciudad)	Venezuela (Caracas)	Paraguay (Asunción)	Colombia (Bogotá)	El Salvador (San Salvador)	Perú (Lima)	Guatemala (Ciudad)
Papel	16,7	34,9	12,2	18,3	16,62	24,3	13,9
Orgánicos	56,4	40,4	60,8	57,1	60,34	34,3	65
Metales	5,7	6	2,3	1,7	2,2	3,4	1,8
Vidrios	3,7	6,6	4,6	4,6	5,71	1,7	3,2
Plásticos	5,8	7,8	4,4	14,2	10,7	2,9	8,1
Otros	11,7	4,3	15,7	4,1	7,04	33,4	8,0
Total	100	100	100	100	100	100	100

Nota: Recuperación de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y Caribe, Recovery Inc., California USA, (2002).

En atención a la tabla 1 y asumiendo que un 82% de los residuos orgánicos es biodegradable, resulta que unas 1,700 Tm/día son procesables mediante digestión anaeróbica.

¿Se pueden convertir residuos orgánicos en energía?; ¿Se pueden convertir esas 1700 Tm/día de biodegradables en energía, por ejemplo en gas combustible?.

Con los recursos adecuados, la investigación y el desarrollo de tecnología tienen una respuesta positiva al respecto diciendo que una gran parte de ese flujo de biomaterias es transformable en energía. Actualmente y a pesar de la agobiante crisis del gas combustible, parte de la potencial solución energética de El Salvador se entierra, otra se composta y una más, causa problemas ambientales.

¿Esta energía podrá beneficiar a los hogares salvadoreños más humildes?. Aunque hay de por medio riesgos y poderosos intereses ligados a la importación de energía y tecnología energética cuyo principal aliado local es el malinchismo tecnológico y debido a que la materia prima es producida por la misma sociedad necesitada; con una nueva cultura de desarrollo sostenible, mucha organización y el intenso trabajo investigativo de orden estratégico, la respuesta sigue siendo positiva.

En tanto se omite e ignora el poder energético de los componentes biodegradables presentes en los residuos, una recopilación de aspectos ambientales de El Salvador realizada por la Fundación para la Investigación en Ciencia y Tecnología FUCITEC, da cuenta de serios problemas en cuanto a los gases efecto invernadero y quebrantos de salud por inadecuado manejo de biodegradables.

Si bien son factores multi-causales, sería difícil y costosa una fiel y minuciosa delimitación de fronteras hasta definir con exactitud que tal consecuencia en esta u otra magnitud proviene de una determinada causa. Esa situación no está contemplada en el estudio.

De acuerdo a la mencionada recopilación realizada a partir de fuentes locales, la sociedad salvadoreña a través del Estado tiene una erogación del orden de US\$ 527,410,000 /año en concepto de subsidios energéticos y curación de enfermedades.

Bloque 2, reconocimiento del problema: contaminación del agua.

Por su parte la Fundación para el Desarrollo, (FUNDE) y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional,

(USAID) señalan otro aspecto ambientalmente inconveniente y tecnológicamente anacrónico sobre la manera que la planificación y desarrollo urbanos salvadoreños han encontrado para deshacerse de los residuos fisiológicos de las concentraciones humanas:

El río Acelhuate, en cuya cuenca se encuentra asentada un gran porcentaje de la región metropolitana, recibe cerca de 1,600 toneladas diarias de excretas,... 10,917 mts3/seg, de aguas negras son vertidas entre el Acelhuate y el Río Sucio, cerca del 733% en el nivel de coliformes fecales que representa 1,100 veces la norma permitida para localidad de vida acuática. (Almendares, Avelar, González, 2009).

Bloque 3, reconocimiento del problema: tragedia infantil.

Los problemas no terminan allí. La fuente continúa: "lo más notables son los 12 mil niños que mueren anualmente a causa de enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada, así como los padecimientos gastrointestinales de adultos", (Almendares, Avelar, González, 2009).

Los costos de convivir con el problema: elevado presupuesto destinado para atender la contingencia de carácter crónico en salud y subsidios energéticos. Para el ejercicio 2010, el Proyecto de Ley de Presupuesto General del Estado, constituido por todas las Instituciones que conforman el Gobierno Central, se estima en US\$3,654.3 millones, (Ministerio de Hacienda República de El Salvador, 2010).

Resumen respecto a los escenarios: Por tanto, El Salvador destina un alto porcentaje de su presupuesto anual para

financiar el sofocamiento provisional y contingencial de los efectos del desastre ambiental, la dependencia y el atraso tecnológico lo cual se drena en subsidios energéticos y gastos en curaciones de salud por causas de contaminación:

$$(527.410.000,00/3.654.3000,00)*100 = 14,43\%$$

Cálculo propio

Por tener altos costos sociales y ambientales, de una forma compacta, se puede decir que el problema consiste fundamentalmente, en el inadecuado manejo que se dan actualmente a los residuos orgánicos y que el desafío es la búsqueda de alternativas.

Indicios de Solución

La tabla N° 2 muestra que por cada tonelada (Tm) de biodegradables se pueden obtener aproximadamente 6 quintales (0.3Tm, aproximadamente 273Kg) de fertilizante orgánico obteniéndose entre otros, dos beneficios:

- Un ahorro de US\$22.5/Ton, al procesar por su propia cuenta los residuos.
- Un ingreso de US\$ 16.53 en concepto de comercialización del fertilizante.

Pregunta: ¿Qué destino siguen y cuáles son los efectos ambientales de los otros 727Kg (0.7Tm o 1600Lb) convertidos en lixiviados, vapores y gases entre ellos algunos de efecto invernadero?.

TABLA 2.

Beneficios de la opción de procesar 1 tonelada de biodegradables para obtener fertilizante como producto principal mas visible el compost. La razón de producción y el precio fueron proporcionados por una estación compostera de la comprensión metropolitana.

N°	Concepto	Unidad	Valor
1	Masa bruta de biodegradables procesados.	Tm	1,00
2	Fracción de Fertilizante obtenido	Tm	0,30
3	Factor de conversión FC.	Lb	2204,62
4	Cantidad de Fertilizante	Lb	661,39
5	Cantidad de Fertilizante	qq	6,61
6	Precio promedio del fertilizante por quintal.	US\$/qq	2,50
7	Precio del fertilizante obtenido a partir de 1Tonelada de biodegradables.	US\$/Tm	16,53

Elaboración propia a partir de datos obtenidos en la estación las Granadillas, jurisdicción de Santa Tecla, abril 2011.

La tabla 3 muestra un acercamiento a la interrelación de algunas variables que intervienen en un fragmento de la problemática planteada a las inquietudes de tecnologización de la producción de biogás en El Salvador.

Contiene los precios de combustible a dos de compradores en la plaza salvadoreña: uno de ellos a través de subsidios, paga de forma parcial e indirecta el combustible gaseoso de consumidores con débil economía familiar, en este caso es

el Estado; Si la unidad a considerar es el envase de 25 Lb, el precio va cubierto simultáneamente por el consumidor subsidiado y por el Estado. De tal forma que el pago parcial del valor de la energía por cada contenido de 26 Lb, el Estado carga US\$0,0592 / KWh. El segundo de ellos se denomina libre mercado. El consumidor sujeto a libre mercado no amparado a la protección del Estado por considerar de acuerdo a indicadores y criterios del gobierno, que posee capacidad de pago.

TABLA 3.

Precio unitario de la energía calorífica del combustible gaseoso importado distribuido en El Salvador a dos probables compradores: el Estado (subsidios) y el mercado con precio parcialmente liberado.

COMPRADOR DEL PROPANO.				
Columna 1. Indicaciones y/o referencias.	Columna 2. Concepto.	Columna 3. Unidad.	Columna 4. Estado.	Columna 5 Mercado.
Presentación comercial del gas propano.	Masa de propano del envase popular.	Lb	25,00	25,00
Nota 1.	Precio del envase comercial de 25 Lb.	Lb	14,58	14,58
Nota 1.	Subsidio estatal por tanque de 25Lb, (Col. 4); precio liberado del tanque de 25Lb (Col. 5)	US\$	8,50	14,58
Nota 2.	Factor de conversión FC.	Lb/kg	2,20	2,20
	Masa de propano	kg	11,34	11,34
	Poder calorífico del propano.	KWh/Kg	12,67	12,67
Nota 3.	Poder calorífico total	KWh	143,68	143,68
	Precio unitario de la energía calorífica, (Subsidio del Estado, Col.4; mercado, Col.5)	US\$/KWh	0,0592	0,1015

Elaboración propia a partir de datos obtenidos de las referencias. Nota 1: Ministerio de Economía, (2011). Nota 2: Felder, Rousseau, (2004).
Nota 3: López, (2001).

La información disponible es tan diversa y divergente como consorcios de bacterias metanogénicas y tecnología relacionada existen en el mundo. En atención a tabla 4, por su importancia, y a fin de esbozar un panorama se toman cuatro datos de las siguientes dos fuentes:

Primera referencia: página.42. T. Al Seadi, Dominik Rutz y otros, 2009. Este grupo de investigación reporta como razón de producción de biogás de 100 metros cúbicos por cada tonelada 100M³/t. Favor ver el significado correspondiente de trabajar con este dato en columnas

4 y 5, sostiene que el porcentaje de metano contenido en el biogás es de 0.61.

Segunda referencia 2: página 30, Cuesta Santianes y otros, 2009. Este estudio especifica una banda que parte de un valor inferior de producción de 150 metros cúbicos por tonelada hasta un superior de 240 metros cúbicos por tonelada, (150 M³/Tm hasta 240M³/Tm). Para fines operativos se tomó el promedio, (150+240) M³/Tm/2 = 195M³/Tm. Las consideraciones derivadas de trabajar con este dato pueden apreciarse en las columnas 6 y 7.

TABLA 4.

Abordaje por tonelada y por día de energía y precios de la producción de biogás. Se dispone de un terreno municipal con agua de una fuente permanente de biodegradables. La comuna se ocupa con la colección y el transporte de insumos y productos.

Columna 1. Indicaciones y/o referencias.	Columna 2 Conceptos.	Columna 3 Unidades.	Comprador del metano producido. Razón teórica de producción ¹ : 100M ³ /Tm		Comprador del metano producido. Razón teórica de producción ² : 195M ³ /Tm	
			Columna 4 Estado.	Columna 5. Mercado.	Columna 6. Estado	Columna 7 Mercado.
Línea1 ³	Poder calorífico del metano	Mj/M ³	35,80	35,80	35,80	35,80
Línea2.	Poder calorífico del metano	J/M ³	3,58E+07	3,58E+07	3,58E+07	3,58E+07
Línea 3 ⁴ .	Poder calorífico del metano	KWh/M ³	9,94	9,94	9,94	9,94
Línea 4.	Asumiendo una carga unitaria diaria de biodegradables a un sistema mesofílico de fermentación convencional.	Tm/día	1,00	1,00	1,00	1,00
Línea 5 ^{1, 2}	Razón promedio de producción de biogás por tonelada de biodegradables urbanos.	M ³ /Tm	100,00	100,00	195,00	195,00

Línea 6. ¹	Asumiendo proporción de metano presente en el biogás	Adimensional.	0,61	0,61	0,61	0,61
Línea 7.	Cantidad de metano producido por tonelada de biodegradables.	M ³ /Tm	61,00	61,00	118,95	118,95
Línea 8.	Poder calorífico del metano aportado por una Tm de biodegradables	KWh/Tm	606,584	606,584	1182,839	1182,839
Línea 9.	Precio unitario de la energía calorífica	US\$/KWh	0,06	0,10	0,06	0,10

Elaboración propia a partir del estudio *Biogas Handbook T. al Seadi y otros 2009*.

TABLA 4. Continuación

Columna 1. Indicaciones y/o referencias.	Columna 2 Conceptos.	Columna 3 Unidades.	Comprador del metano producido. Razón teórica de producción ¹ : 100M ³ /Tm		Comprador del metano producido. Razón teórica de producción ² : 195M ³ /Tm	
			Columna 4 Estado.	Columna 5. Mercado.	Columna 6. Estado	Columna 7 Mercado.
Línea 10. Beneficio 1: producción de combustible en El Salvador	Precio bruto de la energía del metano producido en El Salvador por una tonelada de biodegradables.	US\$/Tm	35,81	61,43	69,83	119,78
Línea 11. Beneficio 2: producción de fertilizante orgánico.	Asumiendo ingresos adicionales del 30% por productos orgánicos (fertilizantes) y por tonelada respecto a la compostera.	US\$/Tm	5,51	5,51	5,51	5,51
Línea 12	(Precio del combustible + precio del fertilizante por tonelada procesada).	US\$/Tm	41,32	66,94	75,34	125,29
Línea 13. Estimación de costos insumos/día.	US\$200/30 días en concepto de agua y otros insumos.	US\$	6,67	6,67	6,67	6,67

Línea 14. Beneficio Nº3: apertura de fuentes de empleo permanentes.	Se ha considerado un equivalente diario a dos salarios mínimos por operación y mantenimiento luego de haberse estabilizado el sistema: 2*(US\$207,6/mes)/30 días.	US\$	13,84	13,84	13,84	13,84
Línea 15	(Estimación de salarios diarios + Insumos diarios).	US\$	20,51	20,51	20,51	20,51
Línea16.	Precio de productos por tonelada procesada luego haber deducido costos de operación y mantenimiento considerados.	US\$	20,82	46,43	54,84	104,79

Elaboración propia a partir de fuentes indicadas. Línea 5: Referencia 1 para columnas 4 y 5: Pag.42. T. Al Seadi, Dominik Rutz y otros, 2009; Referencia 2 para columnas 6 y 7 Mª José Cuesta y otros, 2009; Ref. 3: Textoscientificos201; Ref. 4: Fisicanet., 2011.

Análisis y discusión de resultados

Significado de los resultados de tabla 5. Con respecto a las cifras de las celdas de la línea 16 columnas 4, 5,6 y 7: de forma hipotética y en una primera aproximación, se pueden esbozar algunas observaciones:

* Si la razón de producción de biogás se aproxima a 100M³/Tm (línea 5 columnas 4 y 5, tabla5):

- Cuando el comprador del proyecto es el Estado o las municipalidades, el precio de los productos (gas combustible metano y fertilizante), es de US\$20,82/Tm. Siendo la relación de comparación de la producción de biogás respecto al compost: (US\$20,82/Tm de biogás)/(US\$16.53/Tm de compost) =1.26 a favor de destinar los biodegradables para producción de metano. Línea 16, columna 4. Este resultado significa que por cada tonelada de biodegradables procesada mediante fermentación anaeróbica mesofílica se pueden comprar 6.61qq de fertilizante orgánico y todavía se tiene un beneficio adicional de US\$20.82-US\$16.53 = US\$4.29 por cada tonelada de biodegradables.

- Cuando el comprador es el mercado liberado, el precio de los productos (gas combustible metano y fertilizante) es de US\$46.43/Tm. Siendo la relación de comparación de la producción de biogás respecto al compost: (US\$46,43/Tm de biogás)/(US\$16.53/Tm de compost) = 2.8 a favor de destinar los biodegradables para producción de metano. Línea 16, columna 5. Este resultado significa que por cada tonelada de biodegradables procesada mediante fermentación anaeróbica mesofílica se pueden comprar 6.61qq de fertilizante orgánico y todavía se tiene un beneficio adicional de US\$46,43-US\$16.53 = US\$30.1 por cada tonelada de biodegradables.

* Si la razón de producción de biogás anda alrededor de 195M³/Tm, (línea 5 columnas 6 y 7, tabla5):

- Cuando el comprador del proyecto es el Estado o las municipalidades, el precio de los productos (gas combustible metano y fertilizante), es de US\$54,84/Tm. Siendo la relación de comparación de la producción de biogás respecto al compost: (US\$54,84/Tm de biogás)/(US\$16.53/Tm de compost) = 3.32 a favor de destinar los biodegradables

para producción de metano. Línea 16, columna 5. Este resultado significa que por cada tonelada de biodegradables procesada mediante fermentación anaeróbica mesofílica se pueden comprar 6.61qq de fertilizante orgánico y todavía se tiene un beneficio adicional de $US\$54,84 - US\$16.53 = US\$38.31$ por cada tonelada de biodegradables

- Cuando el comprador es el mercado liberado, el precio de los productos (gas combustible metano y fertilizante) es de $US\$104,79/Tm$. Siendo la relación de comparación de la producción de biogás respecto al compost: $(US\$104,79/Tm \text{ de biogás}) / (US\$16.53/Tm \text{ de compost}) = 6.34$ a favor de destinar los biodegradables para producción de metano. Este resultado significa que por cada tonelada de biodegradables procesada mediante fermentación anaeróbica mesofílica se pueden comprar 6.61qq de fertilizante orgánico y todavía se tiene un beneficio adicional de $US\$104,79 - US\$16.53 = US\$88.26$ por cada tonelada de biodegradables.

Hay que mencionar que bajo este esquema al igual que en la compostera, ya no es necesario seguir pagando los derechos de enterramiento de biodegradables, que teóricamente constituyen el 60.34% de todos los desechos sólidos, por valor de $US\$22.5/Tm$. Continúa siendo necesario sin embargo, como ya se está haciendo, investigar y planificar el procesamiento del 39.66% de los sólidos urbanos restantes apoyándose en información relacionada (Herbert F. Lund, 1997) y otros buenos manuales, estudios y resultados de investigaciones o seguir pagando la tarifa ascendente como se hace actualmente.

¿Cuál es la razón de producción en metros cúbicos de biogás por tonelada métrica de biodegradables relacio-

nados a residuos sólidos urbanos M^3/Tm , de una planta salvadoreña?

El mundo está construyendo las suyas, referencia: Heinz Peter Mang, 2009.

¿ Porqué no construir las nuestras?.

La experiencia con biomaterias residuales asociadas a desechos sólidos urbanos y de otra procedencia, debe ser vivida según las bacterias, la caracterización durante las diferentes épocas del año de los insumos, la temperatura, inhibidores, cultura y otros factores de cada lugar y el panorama teórico planteado debe ser respaldado por la acción sostenida de una *alianza interinstitucional* que agrupe los elementos de solución a los problemas involucrados a fin de conformar una inversión en investigación y desarrollo de tecnología.

Aunque hay en el país varias instalaciones en operación, éstas trabajan con desechos de malta como la empresa Industrias la Constancia, la cual fue diseñada con propósitos ambientales es decir, reducir la demanda química de oxígeno de aguas servidas. Otras instalaciones más son a base de residuos fisiológicos de granjas. (Hidalgo, Maravilla, Ramírez, 2010).

Por razones de costos para llevar y distribuir en forma líquida el metano las temperaturas que deben ser alcanzadas son criogénicas del orden de $162^{\circ}C$ bajo cero. La forma práctica de distribución, podría ser con auxilio de una red tubular aérea o subterránea según el caso, diseñando la localización de las cargas geográficamente lo más cercanas posibles a la producción.

Es cierto que la focalización o racionalización de subsidios otorga y libera alguna capacidad de pago, pero no mucha.

Además, ya está encargada. En donde se libera aún más es en una política de volver energéticamente productivos y autosuficientes a ciertos sectores subsidiados.

Conclusiones y recomendaciones

1. En el caso de los residuos biodegradables y a la luz de los nuevos acontecimientos y alzas de precios, las instancias competentes tienen la oportunidad de reconsiderar, readecuar y reorientar la decisión de mantener durante la creciente crisis energética, la inversión (US\$ 28,100,000, mayo 2010) en mas rellenos sanitarios y composteras quedando marginado el poder energético de esas materias que tanta falta hace en hogares sujetos a subsidio energético. Las autoridades deben advertir una estrecha relación entre una contribución a la solución energética y desechos sólidos biodegradables. Mas claro: resolviendo el problema de los biodegradables por métodos alternativos al compost, se producen considerables cantidades de gas combustible e importantes beneficios como efectos colaterales en salud y ambiente.
2. Respecto al componente orgánico de los desechos urbanos, en otras latitudes ha sido demostrado exitosamente la relación biodegradables-energía; que existen métodos productivos complementarios a la disposición de entidades financieras multilaterales y su correspondiente acatamiento, de proceder a la reconfiguración del esquema de subsidios al consumidor de gas propano importado.

3. Conviene hacer una pausa y reevaluar ciertas decisiones de política de Estado tomadas en momentos energéticamente menos dramáticos en relación a cómo enfrentar el problemas de biomaterias residuales degradables y visualizar ahora bajo la presión de la aguda crisis ambiental y el ejercicio de racionalización de precios del propano importado, su íntima relación con energía:

- Como probable alternativa, aparece la silueta de los procesos anaeróbicos productores de combustible gaseoso tanto mesofílicos como termofílicos.
- Partiendo de indicadores europeos se llega a la necesidad de la reconsideración-actualización de la decisión a favor del biogás es fuerte, clara y evidente.
- Se advierte por tanto, la necesidad de invertir en investigación que aporte indicadores con biodegradables, temperatura, bacterias, inhibidores, tecnología y otros factores locales.

Referencias

- Física net, (2011) descargado de http://www.fisicanet.com.ar/fisica/unidades/tb18_energiaytrabajo.php
- Gobierno de El Salvador, Ministerio de Hacienda, (2010) Descargado de: http://www.mh.gob.sv/portal/page/portal/MH_Finanzas/MH_PRESUPUESTO/PRESUPUESTOS_ESTADO/LPGE_2010_AL/presupuestos/LP0700-10.pdf

- Gobierno de El Salvador, Ministerio del Medio Ambiente Ambiente y Recursos Naturales. Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos. "Plan para el Mejoramiento del Manejo de Desechos Sólidos en El Salvador". 2010. Pag. 2. Descargado de: <http://www.google.com/sv/search?hl=es&source=hp&q=Programa+Nacional+para+el+Manejo+Integral+de+los+Desechos+Sólidos.+&btnG=Buscar+con+Google&aq=f&aql=&aql=&oq=>
- Herbert F. Lund, (1997). Manual McGraw Hill de Reciclaje, volúmenes I y II. ISBN 84-481-0750-0, México.
- Heinz Peter Mang, (2009). Co digestion: Some European Experiences. German Society for Sustainable Biogas and Bioenergy Utilization (GERBIO), 2009. University of Science and Technology Beijing. AgSTAR National Conference EPA – USDA – DOE Baltimore-USA. February 24-25, 2009. Descargado de: http://www.epa.gov/agstar/documents/conf09/mang_agstarver2.pdf
- José A. Hidalgo, Víctor A. Maravilla, William O. Ramírez, 2010. Trabajo de Graduación Titulado "Aprovechamiento energético del biogás en El Salvador". Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA. Obtenible en: http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables/aprovechamiento_energetico_del_biogas_en_El_Salvador.pdf
- José E. Lopez Sopena (2001). Manual de Instalaciones de GLP, CEPESA Blanco Gas, Disponible en: <http://www.blancogas.com/estilo/normas/bg/09-glp-cepsa.pdf>
- Julio R. Ibáñez, Mario D Corroccoli, 2002. Valorización de Residuos Sólidos Urbanos. Descargado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/valoriza-residuos.pdf>
- M^a José Cuesta Santianes y otros, (2009). Vigilancia Tecnológica, Situación Actual del Biogás y de su Aprovechamiento. Disponible en: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT17_Situacion_actual_produccion_biogas_y_aprovechamiento.zip
- Textos científicos. Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/energia/biogas>
- T. Al Seadi, Dominik Rutz y otros, Dinamarca,(2009). Biogás Handbook. Descargado de: <http://ebookbrowse.com/biogas-handbook-pdf-d85202468>
- Rolando Almendares, Roberto Avelar, Martha González (2009), Política De Agua: Ampliación de la Cobertura Gestión Descentralizada del Agua. Institucionalización del Pago de Servicios Ambientales. FUNDE-USAID ISBN: 978-99923-916-6-2. Descargado de: http://190.120.10.43/db/libcat/edocs/978-99923-916-6-2_politica_%20Agua.pdf
- Ministerio de Economía, Gobierno de El Salvador, (2011). Precio de paridad de importación y precio de venta al público. Disponible en: http://www.minec.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=43:glp&download=456:mercados&Itemid=63
- Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau (2004); Principios elementales de los procesos químicos. Limusa Wiley, tercera edición, México. ISBN 968-18-6169-8.