



El Biogás

Proyecto INTA PRECOP – P.E. Agregado de Valor en Origen.

Autores:

Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini

Ing. Agr. Gastón Urrets Zavalía

Ing. Agr. Fernando Ustarroz

Ing. Agr. Marcos Bragachini

INTA PRECOP - “Hacia la industrialización del campo argentino”

TEMARIO:

- Biogás.
 - Realidad mundial.
 - Una oportunidad de agregar valor en origen.
- Proceso de producción.
- Estructura y funcionamiento de una planta de biogás.
- Proceso químico de la fermentación generadora del biogás.
- Factores que afectan los procesos fermentativos.
- Jühnde, Alemania - Pueblo bioenergético.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

BIOGÁS - AGREGADO DE VALOR EN ORIGEN

Argentina ha sido siempre un país con posibilidades inigualables de desarrollo económico y social, gracias a las riquezas de sus recursos naturales e intelectuales. No obstante, estas ventajas competitivas muchas veces han sido desaprovechadas.

Las nuevas posibilidades y realidades que enfrenta el país, debido a la situación coyuntural local y mundial actual, renuevan la exigencia a sus instituciones, empresas y ciudadanos, de asumir de una vez el compromiso de dar un salto cualitativo de modelo de país para **pasar de ser una nación exportadora de granos, con un bajo aprovechamiento de sus recursos energéticos y técnicos, a ser un país industrializado con agregado de valor en origen de sus productos agropecuarios**, ofreciendo nuevas divisas, numerosos puestos de trabajo en origen y un desarrollo equitativo de sus pueblos y de su territorio.

El estado nacional y provincial, a través del INTA, las universidades y demás instituciones, están motorizando hoy ese cambio que se adeudaba, asumiendo su rol de líder conductor de este nuevo paradigma agroproductivo.

El camino de conversión que ya se ha comenzado a transitar, está mostrando cambios tangibles en la mentalidad del productor materializados concretamente en un alto número de establecimientos agroindustriales emergentes en todo el territorio nacional.

Esta nueva realidad de progresiva industrialización rural demanda hoy, y lo hará en forma creciente, una infraestructura acorde con sistemas de transporte y comunicación avanzados, mano de obra calificada y con formación en agroindustria, y un sistema energético adecuado a las nuevas demandas.

Debido al crecimiento acelerado en la producción industrial de los últimos años, la demanda energética del país aumentó a una velocidad tal que las inversiones realizadas por el estado no alcanzan para suplir tal demanda. El país fue hasta hace pocos años exportador de hidrocarburos pasando a ser hoy un importante importador de los mismos con una balanza comercial negativa que en 2011 alcanzó aproximadamente los 3.000 millones de dólares.

El país enfrenta un importante déficit energético y se hace espejo al mismo tiempo de una situación mundial de escasez de los hidrocarburos que además muestran un aumento de sus precios día a día.

Esta situación junto a la preocupación por el proceso de calentamiento global latente, han movilizó a la Argentina y a los países del mundo entero a la búsqueda de soluciones que reviertan esta realidad.

La reducción de emisiones de carbono (huella del carbono), la reducción de la deforestación y la adopción de nuevas fuentes de energía, nuevas tecnologías y nuevas prácticas y costumbres se presentan como factores fundamentales de cambio.

El desarrollo de energías renovables ha avanzado aceleradamente en las últimas décadas como una herramienta más que contribuya a la solución del problema del

calentamiento global. Entre estas fuentes alternativas, las [bioenergías](#), además de ofrecer parte de la solución, abren [un nuevo abanico de posibilidades de negocio que los países desarrollados han sabido](#) visualizar.

En nuestro país, a lo largo del territorio, se presentan áreas que por un lado afrontan déficits energéticos importantes, siendo que poseen por otro lado abundantes recursos biológicos (biomasa vegetal, desperdicios de sistemas ganaderos, agroindustrias, etc.). Esta realidad genera nuevas alternativas para dar un valor agregado a la materia prima produciendo esa energía faltante a partir de biomasa, incrementando la rentabilidad de los establecimientos que aprovechen esta situación y ofreciendo autonomía energética a sus pueblos.

Las bioenergías más conocidas son el bioetanol, el biodiesel, y el biogás. El desarrollo de estos biocombustibles en el país contribuirán cada vez más a disminuir la emisión de GEI (Gases de Efecto Invernadero), de los combustibles argentinos y a disminuir proporcionalmente la importación de los mismos.

La Argentina ya está dando pasos firmes en materia de producción de [biodiesel](#), exportándose gran parte de este y con un consumo interno limitado, pero que podría verse incrementado con un aumento en el porcentaje de corte obligatorio, lo que está previsto para los próximos años. En materia de [bioetanol](#) en base a cereales se están dando los primeros pasos y se estima que en poco tiempo se logrará cumplir con la demanda del corte del 5% de las naftas argentinas, pudiendo también en este caso aumentar su porcentaje de participación en dicho corte en pocos años.

En materia de biogás, el país aun no ha incursionado en la producción industrial del mismo, siendo que este [se presenta como una nueva oportunidad de negocio para la obtención de energía eléctrica y calor](#) a partir de la biomasa, y también como [una solución al problema de los desperdicios orgánicos](#) de establecimientos ganaderos, granjas avícolas, industrias alimenticias, y de las aguas cloacales y desperdicios orgánicos de las ciudades.

En cuanto a los beneficios medioambientales del [biogás](#), estos no solo se materializan en permitir el tratamiento de desechos orgánicos y la reducción de emisiones de efecto invernadero, sino que además representa una alternativa real y viable para la [revitalización de zonas agrícolas desfavorecidas en el país](#), como también la posibilidad de favorecer la rotación de cultivos con especies que aportan biomasa al suelo, permitiendo un mayor equilibrio en los sistemas agropecuarios y devolver nutrientes al suelo a partir de los residuos del proceso.

El Biogás:

A partir de la **fermentación de materias primas renovables**, tanto vegetales como desechos animales y de los desechos de la industria agropecuaria o alimentaria, podemos producir biogás y emplearlo como **fuentes de calor y electricidad** para consumo propio o para alimentar redes de energía y gas, obteniendo además como subproductos **fertilizantes ecológicos** o secarse y quemarse para producir aún más energía.

El biogás es un gas combustible compuesto principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) obtenido como resultado de la fermentación anaeróbica.

La composición aproximada del biogás es la siguiente: 65% CH₄, 30% CO₂, 1-5% otros: (H₂, agua, NH₃) <4.000 ppm H₂S.

La energía aportada por un metro cúbico de biogás equivale a la energía de 0,65 m³ de gas natural y puede llegar a producir 2,1 kW/h de energía eléctrica renovable (el poder calórico promedio de un metro cúbico de biogás es de cinco mil kilocalorías).

En el mundo la tendencia actual indica que cada vez son más los países que están introduciendo tarifas favorables de alimentación para la energía producida a partir de biogás. Los países europeos son un claro ejemplo y muestran un gran progreso en la materia **en concordancia con la línea Directiva de la Unión Europea de obtener el 20% de su energía de fuentes renovables para el año 2020**. En Alemania, por ejemplo, a finales de 2007 había más de 4.000 plantas de biogás operativas que proporcionaban 1,270 MW/h de electricidad y se espera que la energía producida a partir de biogás llegue a los 3,000 MW/h para el año 2020. En Estados Unidos se ha legislado recientemente un paquete de incentivos para las empresas que desarrollen proyectos de biogás. **Un reciente estudio de la ONU ha indicado que para el año 2025 se habrán construido más de 100.000 plantas de biogás en todo el mundo.**

Tanto el biogás como las demás fuentes de producción de bioenergía a partir de biomasa de cultivos energéticos presentan un alto potencial de crecimiento en Argentina y aparece como una nueva actividad económica rentable por sí misma o como actividad complementaria.

Proceso de producción de biogás.

Los sustratos en forma de biomasa sólida tal como silos de maíz o sorgo, o forrajeras como el Arundodonax, de la familia de las Poáceas, se trituran e introducen en grandes contenedores herméticamente cerrados conocidos como digestores, donde son calentados hasta alcanzar una temperatura óptima y se agitan favoreciendo la fermentación con la consiguiente producción de biogás.

Simultáneamente se suministra al mismo tanque de fermentación estiércol líquido, previamente reposado en cisternas de almacenamiento, pudiendo adicionarse también subproductos de la industria alimenticia. Ambos sustratos pueden ser aportados

directamente al tanque de fermentación, ser dosificados en la línea de descarga de la biomasa sólida donde se va mezclando antes de alcanzar el tanque, o bien ser pasados por mezcladores propiamente dichos que buscan formar un sustrato homogéneo antes de ser suministrado al fermentador.

El biogás se acumula en burbujas en la superficie del sustrato y se recoge en un contenedor de biogás. A partir de entonces el biogás puede ser conducido hacia un generador eléctrico previo depuración (para la reducción de hidróxido de azufre y de vapor de agua), con el objetivo de producir energía eléctrica y calor. Otra opción es la purificación del biogás para ser introducida directamente a redes públicas de gas natural.

El sustrato restante se puede utilizar como fertilizante ecológico de gran calidad.

Estructura y funcionamiento de una planta de biogás.

Se le llama Planta de Biogás a la instalación destinada a la producción y captación del biogás. Existen múltiples diseños y formas en función de su tamaño, materia prima (residual) que se emplea, materiales de construcción con que se construye, etc. Su variedad es tal que los modelos existentes se adaptan prácticamente a todas las necesidades y variantes que se deseen, en cuanto a volumen, materiales empleados y residuales orgánicos que se deben tratar.

Tradicionalmente, las plantas de biogás sencillas pueden ser clasificadas, por su diseño, en tres tipos esenciales:

- Plantas de balón.
- Plantas de cúpula fija.
- Plantas de campana flotante.

Según la forma en que se realiza el proceso de carga, o sea, la introducción o vertido del residual a la planta, se distinguen dos tipos:

- Plantas continuas.
- Plantas Batch (entrada del residual de manera intermitente).

Las primeras son cargadas y descargadas parcialmente todos los días, de forma periódica o permanente, mientras que las segundas son cargadas de una vez y descargadas total o parcialmente después de cierto tiempo de utilización del residual introducido para fermentar.

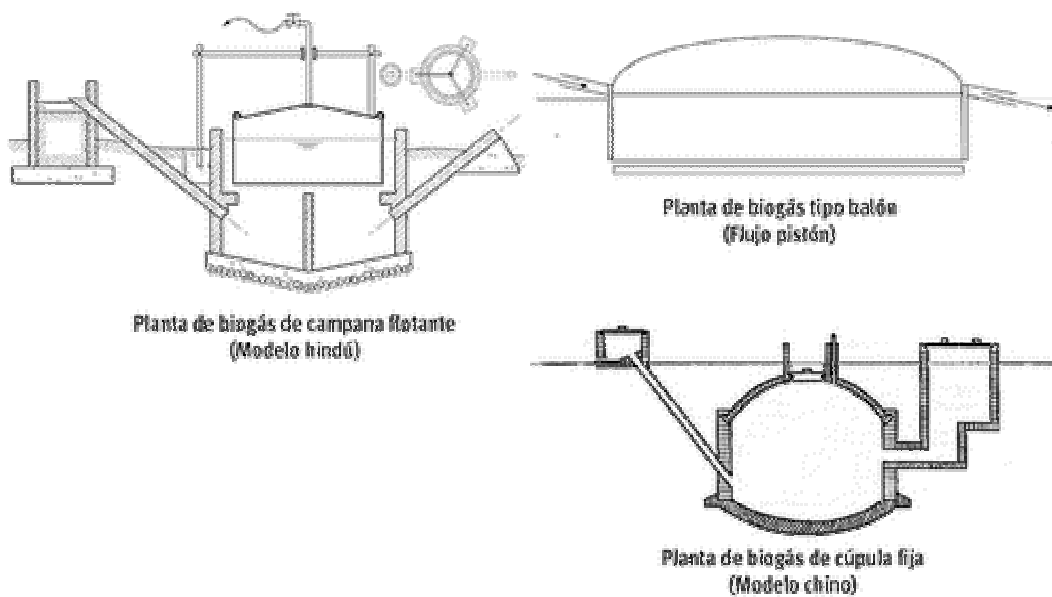
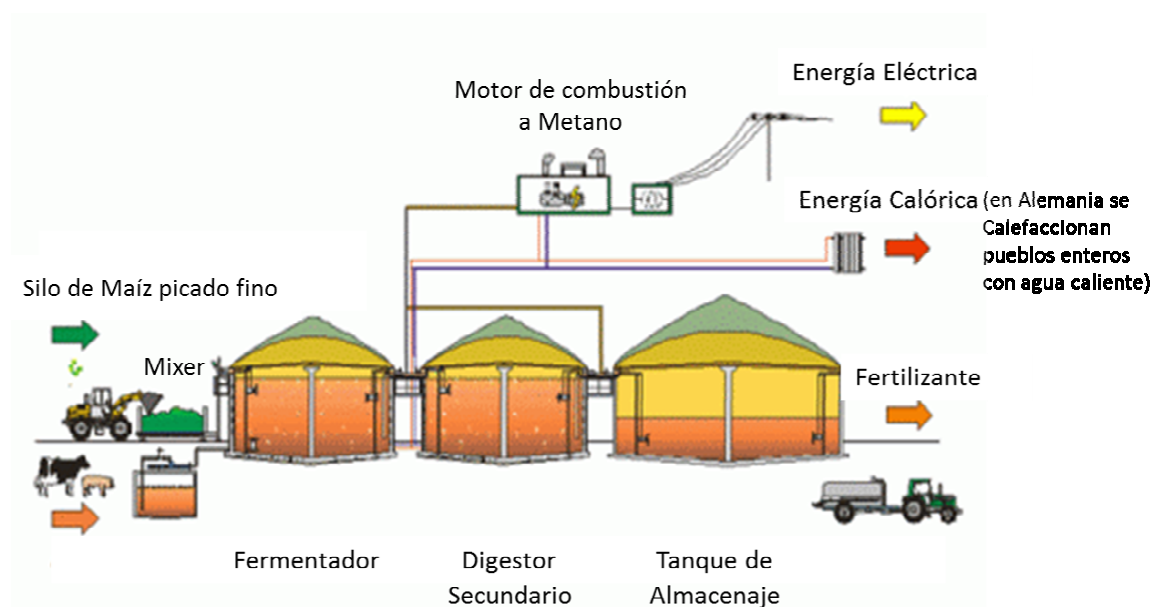


Fig. 1. Tipos de colectores de biogás.

Las plantas industriales de producción de biogás más difundidas en Europa, presentan diseños variados aunque comúnmente se repite en todas ellas los siguientes aspectos comunes a considerar:



Un modelo de plante Industrial de Biogás muy utilizado actualmente en el mundo. El número de digestores varía frecuentemente entre las distintas plantas.

Residuos Orgánicos: Los residuos sólidos son incorporados al primer digester o fermentador desde un depósito con un dosificador y por medio de un transportador de tornillo sinfín o cinta. Este depósito es recargado mediante una pala mecánica

manteniéndolo permanentemente alimentado de la materia prima. El caldo debe tener un 10% de materia seca (este valor es aproximado y dependerá fundamentalmente de la calidad de la materia prima).



Pala mecánica alimentando el deposito racionador de sustrato solido al tanque digestor.



Conducto de tornillo sinfín que transporta el sustrato solido al tanque



Sustrato solido ingresando al interior del fermentador.

Los residuos líquidos o semilíquidos como son los efluentes propios de las instalaciones tamberas, son almacenados en cisternas desde donde son bombeados al mismo tanque fermentador. Esto puede hacerse en forma directa o previamente mezclándolo con la materia seca, lo cual puede ejecutarse en la misma línea de transporte de la biomasa seca al tanque digestor o bien a partir de un pequeño tanque mezclador.

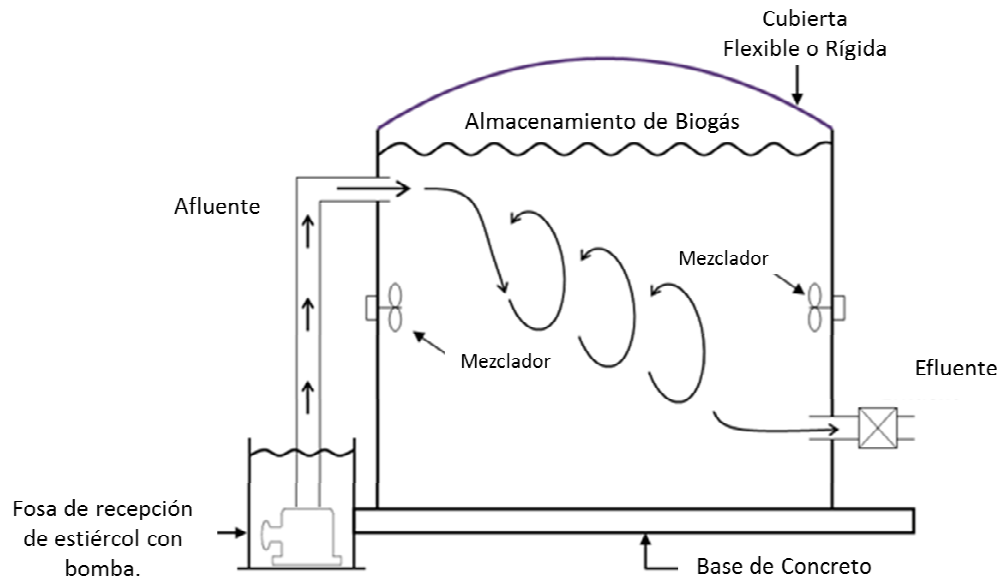
Tras el mezclado, el sustrato homogéneo es bombeado al fermentador pasando previamente por un filtro cortador que elimina impurezas y logra un material más homogéneo.



Descarga de los residuos líquidos en la cisterna de almacenamiento.



Cisterna de almacenamiento con agitador- mezclador.



Residuos líquidos bombeados desde la cisterna de almacenamiento ingresando directamente al tanque fermentador sin premezclado con la biomasa seca.



Tanque Mezclador. Las distintas fracciones empleadas como sustrato son mezcladas previo al ingreso al tanque digester.

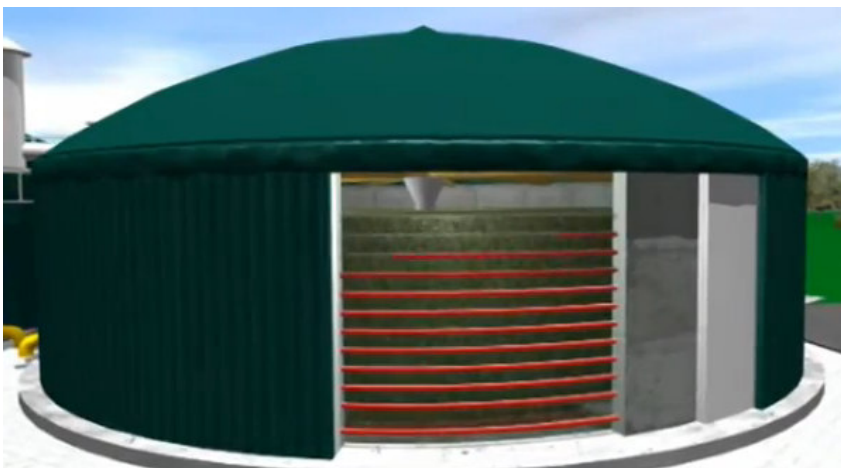
Un tercer sustrato que se utiliza muchas veces son los residuos líquidos de la industria alimenticia, que deben ser tratados mediante un sistema de pasteurización previo a su empleo para garantizar su inocuidad. Este proceso supone calentar la materia a más de 70° durante al menos una hora, con la finalidad de eliminar las bacterias. Para esto se utilizan intercambiadores de calor, y el agua caliente empleada es obtenida a partir del calor del motor de cogeneración.



Sistema de pausterizado de los residuos de la industria agroalimentaria y de los residuos orgánicos de los hogares.

Fermentador: Se trata de tanques herméticamente cerrados (evitando el ingreso del oxígeno y la pérdida del biogás) dentro de los cuales se estimula la fermentación de los sustratos mezclándolos y calentándolos a una temperatura acorde a la estimulación de los procesos fermentativos deseados. El proceso de digestión que ocurre en el interior del fermentador o biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

El sustrato debe mantenerse a una temperatura entre 35° y 38° centígrados para garantizar la producción de metano. El calor es proporcionado comúnmente por un sistema de calefacción en base a la circulación de agua caliente con tuberías perimetrales que pueden estar insertas dentro de las mismas paredes de cada tanque fermentador, o bien por un sistema de conducción de agua caliente flotante sujeto desde las paredes en el interior del tanque. La pared comúnmente está constituida de hormigón y el techo es de doble membrana para el almacenamiento del gas. Comúnmente se emplea más de un tanque digester interconectados de modo de lograrse un procedimiento de flujo continuo.

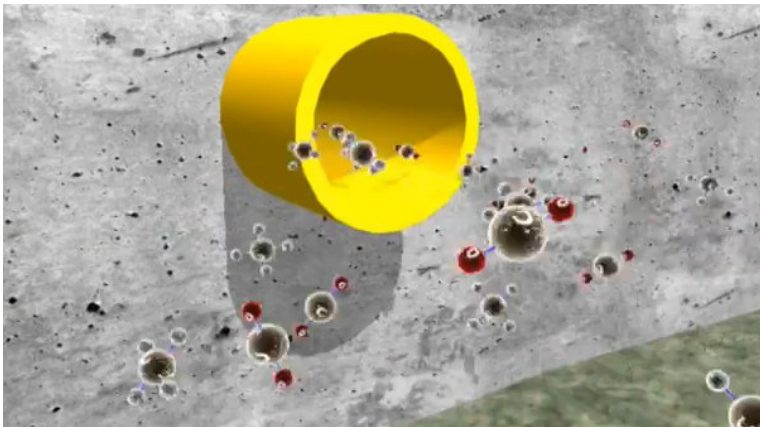
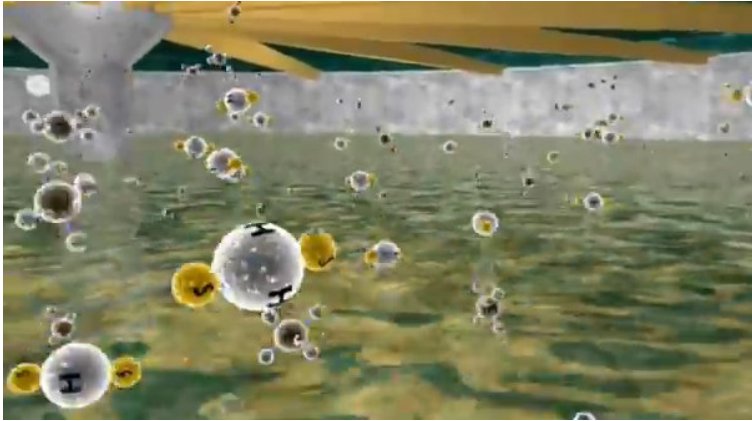


Sistema de calefacción empotrado en la pared por donde circula agua caliente de manera de lograr la temperatura óptima para el proceso de fermentación esperado.

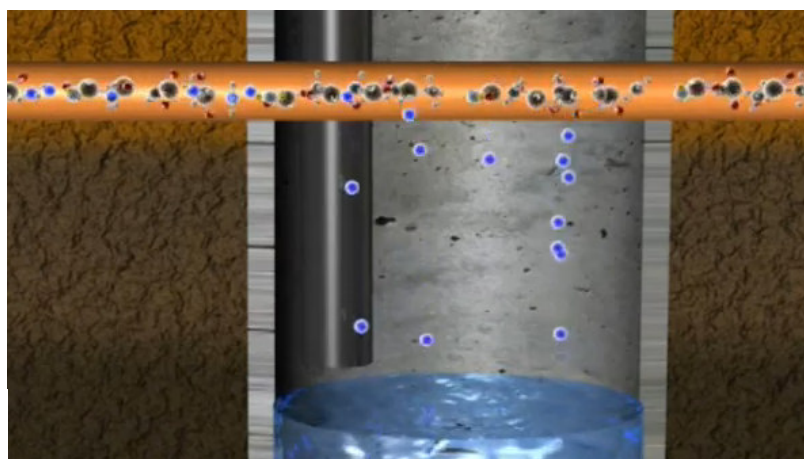
Mezcladores dispuestos dentro del tanque evitan la formación de capas flotantes y sumergidas favoreciendo un sustrato homogéneo ayudando a un correcto proceso fermentativo.

Aproximadamente el sustrato permanece cerca de 60 días dentro de un fermentador antes de pasar al siguiente.

Conducción del gas: El gas generado en los fermentadores está constituido en un 50% a 70% por metano y el resto se compone de dióxido de carbono, vapor de agua. Hidrógeno y ácido sulfhídrico. El gas es conducido hacia el generador eléctrico que producirá finalmente electricidad y calor. Para ello es previamente depurado con el objetivo de lograr la reducción en los contenidos del ácido sulfhídrico y del vapor de agua, que acarrear problemas en el uso del gas.



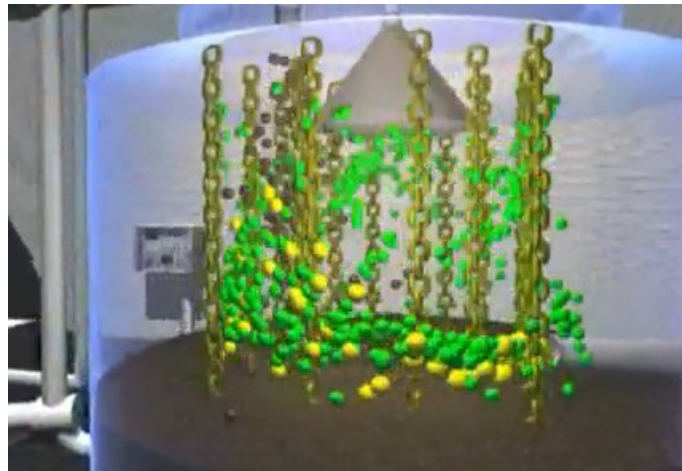
El gas asciende y se acumula sobre la superficie del sustrato y es conducido por tuberías hacia el generador eléctrico previa depuración.



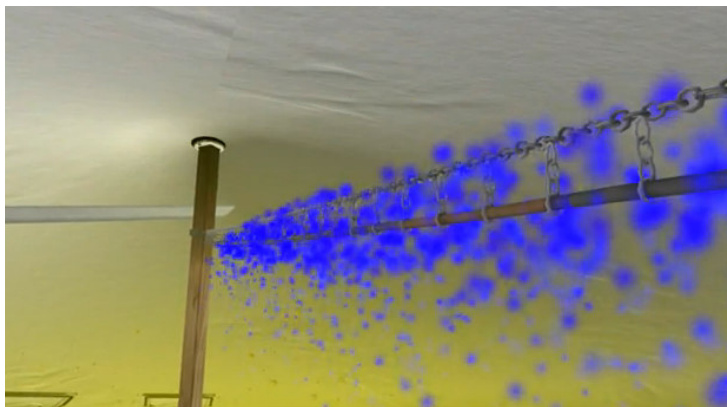
Eliminación de agua por condensación.

El gas es conducido pasando inicialmente por un poso condensador donde se le extrae el vapor de agua. Luego el gas debe ser pasado por un proceso de desulfuración existiendo diferentes mecanismos para tal fin, como ser el de planta biológica de desulfuración para la desactivación del ácido sulfhídrico en agua y azufre

inactivos a partir del accionar de bacterias cultivadas, o bien, la exposición del biogás a una inyección de oxígeno dentro de la atmosfera del mismo digestor, utilizándolo como factor reductor tendiente a lograr el mismo fin.



Planta biológica de desulfuración. Las cadenas son cultivadas con bacterias que entran en contacto con el gas al forzarse al mismo a atravesarlas.



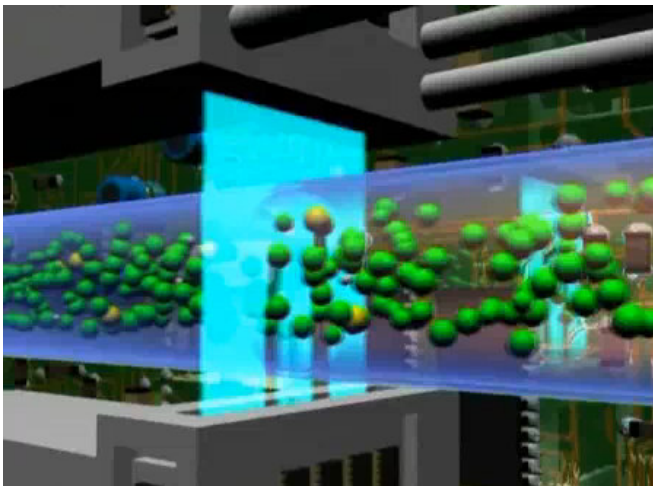
Desactivación del ácido sulfhídrico en agua y azufre a partir de la inyección de oxígeno atmosférico en la cámara de biogás del fermentador.

A continuación el gas se introducido en un compresor para elevar la presión que permita una adecuada combustión en el generador eléctrico.

Posteriormente para condensar el vapor de agua restante y liberar al biogás de las sustancias en suspensión y los silicatos, el biogás es sometido a un proceso de lavado y secado. Se hace pasar el gas por un recinto con niebla de agua fría a casi 0º Celsius para que el gas se enfríe a una temperatura inferior a 5º Celsius.



Proceso de lavado y secado eliminando impurezas y agua remanente.

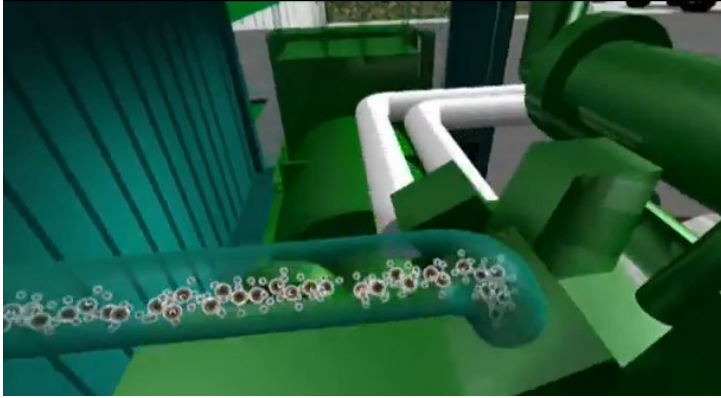


Control electrónico de la calidad del gas y la participación porcentual de sus componentes.

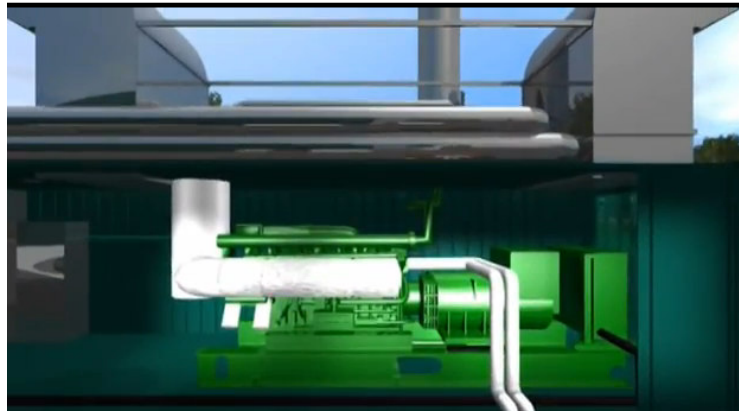
Para comprobar el tratamiento del gas realizado se analiza electrónicamente y en forma continua, el contenido de metano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico y oxígeno.

El gas finalmente ingresa al generador eléctrico y se obtienen los productos deseados: electricidad y calor. Este podría también ser inyectado directamente a la red pública previa transformación del biogás a biometano. La **energía eléctrica** producida por la planta es convertida en un transformador al nivel de tensión de la red, tras lo cual es inyectada a la red pública o privada.

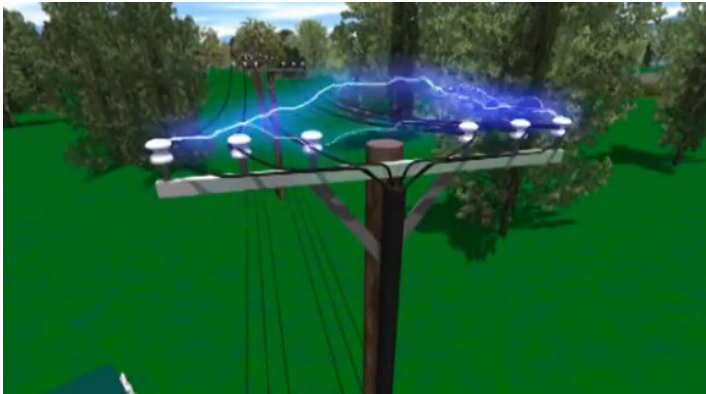
Para el procesado de 15.000 toneladas de biomasa al año, se requiere disponer de una potencia eléctrica de 500 kilovatios. Una planta de estas dimensiones puede cubrir el consumo diario de aproximadamente 1.000 hogares.



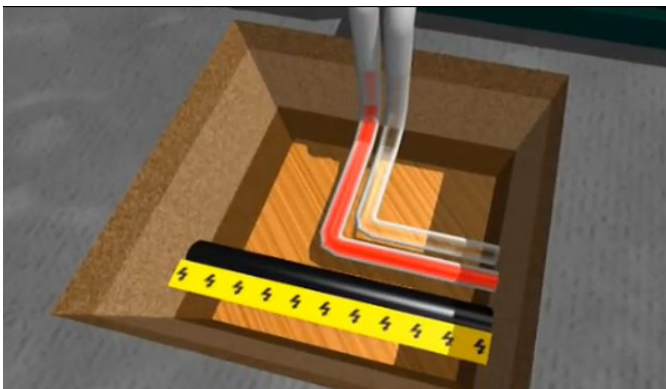
Biogás ingresando al generador eléctrico para transformarse en energía eléctrica y calor aprovechable.



Producción de energía eléctrica para uso privado o para la alimentación de redes públicas.



Del calor que se ha generado, hasta un 30% es utilizado para calentar los intercambiadores y los fermentadores evitando tener que aportar energía extra al sistema para alcanzar la temperatura deseada de fermentación.



El calor es aprovechado y conducido por cañerías que calefactan los intercambiadores y tanques fermentadores.

El sistema cuenta también con una antorcha de emergencia de quemado de gas ante la posibilidad de un exceso en la producción del mismo. El sistema se activa cuando la presión en la cámara de almacenado del biogás del fermentador supera un valor predeterminado o si el generador se encuentra inactivo por reparación. De este modo se evita que el biogás sea liberado en forma cruda con el alto contenido de metano a la atmósfera. Antes que el biogás se quemara, comúnmente pasa por un filtro de carbono activo que elimina el sulfuro de hidrógeno que pueda haber quedado tras la desulfuración.

Los residuos de este proceso, conocidos como digestato, se almacenan en depósitos durante un máximo de 6 meses para poder entonces ser empleados como **fertilizantes líquidos** carentes prácticamente de todo olor, ya que han perdido los aceites orgánicos conservando así su riqueza nutricional.



Tanque de almacenamiento de los residuos producidos por el sistema que podrán ser empleados como fertilizantes para uso propio o de terceros.

A partir de separadores centrífugos, la porción líquida de los residuos del sustrato pueden ser separada de la porción sólida. Este proceso se lleva a cabo con separadores de fuerza centrífuga previa aplicación de floculantes al componente líquido, que actúan sobre el componente sólido facilitando su separación del mismo. La porción sólida puede ser empleada o comercializada como **compost**, mientras que la porción líquida, tras un filtrado de las micropartículas remanentes, puede constituirse en un fertilizante líquido de alto valor. Para esto se utilizan módulos de ultrafiltración comúnmente con diafragmas cerámicos.

Este proceso sumado a un proceso de ósmosis inversa permite separar el agua de las demás sustancias por lo que también se constituye en un adecuado sistema para el tratamiento de efluentes.



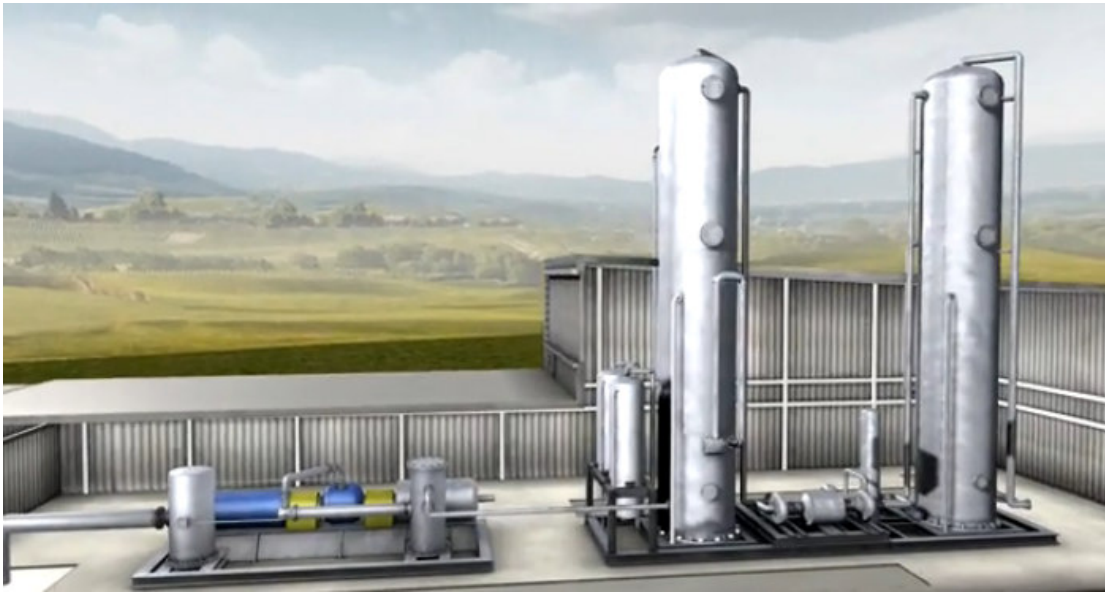
Separadora de fuerza centrífuga para extraer los sólidos de lo que se constituirá en fertilizante líquido.



De este modo la venta de compost y/o fertilizante líquido, o la utilización propia de estos subproductos, cierran este proceso de generación de energías que por su carácter de renovable puede continuarse en forma sostenida y autosustentable, generando ingresos y protegiendo el medio ambiente.

Los gases de escape del generador pueden ir a un convertidor catalítico para reducir el formaldehído, reduciendo la contaminación de los mismos.

Como alternativa a la producción de electricidad, el **biogás** puede ser depurado e **introducido a la red pública** en forma de gas natural tras la purificación del mismo. Para este propósito puede emplearse un proceso de presurización con agua que permite la eliminación de la mayor parte del CO₂ del gas. Implica una primera etapa de condensación, seguida de una segunda etapa de enfriado. El gas resultante contiene entre un 97 y un 99% de metano definiendo esto su calidad.



Planta de depurado del gas a partir de presurización con agua.

Proceso químico de la fermentación generadora del biogás.

Es necesario tener una idea general sobre el proceso microbiológico involucrado en la formación de metano para poder comprender mejor el diseño, funcionamiento y manejo de los denominados reactores o digestores productores de biogás.

La fermentación anaeróbica involucra a un complejo número de microorganismos de distinto tipo los cuales pueden ser divididos en tres grandes grupos principales: Psicrófilas, mesófilas, termófilas. La real producción de metano es la última parte del proceso y es llevado a cabo por las bacterias mesófilas y termófilas.

Las bacterias productoras del biogás son estrictamente anaeróbicas y por lo tanto sólo podrán sobrevivir en ausencia total de oxígeno atmosférico. Además estas son altamente sensibles a los cambios ambientales, debido a esto será necesario un mantenimiento casi constante de los parámetros básicos como la temperatura.

Etapas intervinientes:

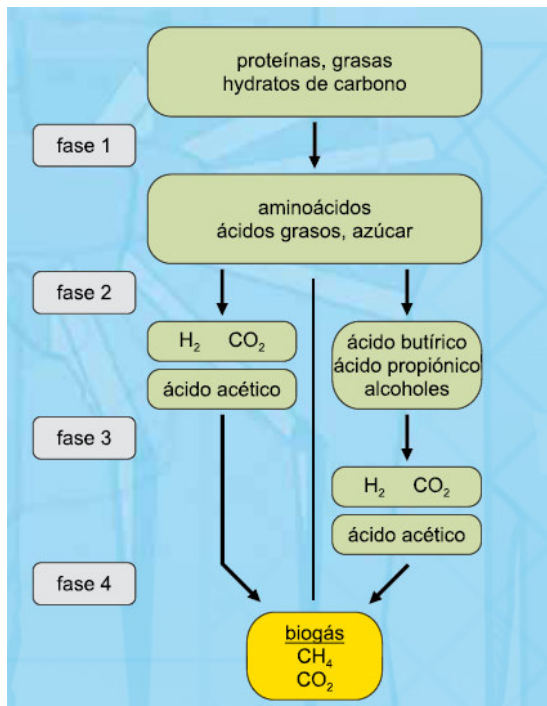
Comúnmente se describe el proceso en cuatro etapas:

Fase 1: Hidrólisis: Sustancias de cadenas moleculares largas, con frecuencia no disueltas, como proteínas, grasas e hidratos de carbono, se transforman en compuestos disueltos como aminoácidos, ácidos grasos y azúcares.

Fase 2: Acidificación: Los microorganismos formadores de ácidos transforman las sustancias hidrolizadas en ácidos orgánicos de cadena corta (p. ej. ácido butírico, ácido propiónico y ácido acético). También se forman pequeñas cantidades de hidrógeno y dióxido de carbono.

Fase 3: Formación de ácido acético: Las bacterias metanogénicas pueden producir metano (CH_4) a partir de ácido acético o de hidrógeno y dióxido de carbono. Para ello los ácidos y alcoholes anteriormente formados, previamente se han de transformar en ácido acético.

Fase 4: Formación de metano: Las bacterias metanogénicas producen metano a partir de hidrógeno, dióxido de carbono y ácido acético.



Proceso básico de la degradación de la biomasa. Obtención de Biogás

Los microorganismos de las distintas fases tienen requisitos diferentes en lo que concierne a las condiciones ambientales. Ph y temperatura son factores especialmente importantes.

Idealmente, el proceso se debería desarrollar, por tanto, por etapas en dos reactores separados. En principio, las cuatro fases se pueden desarrollar también en una tapa en un solo reactor. En este caso se tiene que encontrar una situación de compromiso para las condiciones ambientales, lo que llevaría a una menor velocidad de degradación.

Los microorganismos de las dos primeras fases pueden realizar su metabolismo con o sin oxígeno. Los microorganismos de la tercera y la cuarta fase son, por el contrario, estrictamente anaerobios y reaccionan con gran sensibilidad a la presencia de oxígeno y a fluctuaciones del pH.

Factores que afectan la producción de biogás.

La actividad metabólica involucrada en el proceso metanogénico se ve afectada por diversos factores. Debido a que cada grupo de bacterias intervinientes en las distintas etapas del proceso responde en forma diferencial a esos cambios no es posible dar valores cualitativos sobre el grado que afecta cada uno de ellos a la producción de gas en forma precisa.

Entre los factores más importantes a tenerse en cuenta se desarrollarán los siguientes:

- tipo de sustrato (nutrientes disponibles)
- temperatura del sustrato; la carga volumétrica
- tiempo de retención hidráulico
- nivel de acidez (pH)
- relación Carbono/Nitrógeno
- concentración del sustrato; el agregado de inoculantes
- grado de mezclado
- presencia de compuestos inhibidores del proceso.

Tipo de materia prima

Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a la biomasa vegetal, excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias (producción de alcohol, procesado de frutas, verduras, lácteos, carnes, alimenticias en general), restos de cosechas y basuras de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas.

El proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores).

Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas. Sin embargo en la digestión de ciertos desechos industriales puede presentarse el caso de ser necesaria la adición de los compuestos enumerados o bien un post tratamiento aeróbico

Las sustancias con alto contenido de lignina no son directamente aprovechables y por lo tanto deben someterse a tratamientos previos (cortado, macerado, compostado) a fin de liberar las sustancias factibles de ser transformadas de las incrustaciones de lignina.

En lo atinente a estiércoles animales la degradación de cada uno de ellos dependerá fundamentalmente del tipo de animal y la alimentación que hayan recibido los mismos.

Los valores tanto de producción como de rendimiento en gas de los estiércoles presentan grandes diferencias. Esto es debido al sinnúmero de factores intervinientes que hacen muy difícil la comparación de resultados.

Como norma se deberá tomar en cuenta que a raíz de estar trabajando en un medio biológico sólo los promedios estadísticos de una serie prolongada de mediciones serán confiables siempre y cuando figuren las condiciones en las cuales fueron realizadas las pruebas.

En cuanto al volumen de estiércol producido por las distintas especies animales son variables de acuerdo fundamentalmente al peso y al tipo de alimentación y manejo de los mismos. Cuando se encare un proyecto específico se recomienda realizar una serie de mediciones en el lugar donde se emplazará el digestor.

A modo ilustrativo se expone a continuación un cuadro indicativo sobre cantidades de estiércol producido por distintos tipos de animales y el rendimiento en gas de los mismos tomando como referencia el kilogramo de sólidos volátiles.

ESPECIE	PESO VIVO	kg ESTIERCOL/día	l/kg.S.V.	%CH ₄
Cerdos	50	4,5 - 6	340 - 550	65 - 70
Vacunos	400	25 -40	90 - 310	65
Equinos	450	12 - 16	200 - 300	65
Ovinos	45	2,5	90 - 310	63
Aves	1.5	0,06	310 - 620	60
Caprinos	40	1,5	110 - 290	-

Temperatura del sustrato

Para que se inicie el proceso se necesita una temperatura mínima de 4° a 5° C y no se debe sobrepasar una máxima de alrededor de 70°C. Se realiza generalmente una diferenciación en tres rangos de temperatura de acuerdo al tipo de bacterias que predominan en cada una de ellas

BACTERIAS	RANGO DE TEMPERATURAS	SENSIBILIDAD
Psicrófilas	menos de 20°C	± 2°C/hora
Mesófilas	entre 20°C y 40°C	± 1°C/hora
Termófilas	más de 40°C	± 0,5°C/hora

La actividad biológica y por lo tanto la producción de gas aumenta con la temperatura. Al mismo tiempo se deberá tener en cuenta que al no generar calor el proceso la temperatura deberá ser lograda y mantenida mediante energía exterior. El cuidado en el mantenimiento también debe extremarse a medida que aumentamos la temperatura, dada la mayor sensibilidad que presentan las bacterias termófilas a las pequeñas variaciones térmicas.

Todas estas consideraciones deben ser evaluadas antes de escoger un determinado rango de temperaturas para el funcionamiento de un digestor ya que a pesar de incrementarse la eficiencia y producción de gas paralelamente aumentará los costos de instalación y la complejidad de la misma.

Los digestores que trabajan a temperaturas meso y termófilas poseen generalmente sistemas de calefacción, aislamiento y control los cuales son obviados en digestores rurales económicos que trabajan a bajas temperaturas.

La temperatura está íntimamente relacionada con los tiempos que debe permanecer la biomasa dentro del digestor para completar su degradación (Tiempo de retención Hidráulica, TRH). A medida que se aumenta la temperatura disminuyen los tiempos de retención y en consecuencia se necesitará un menor volumen de reactor para digerir una misma cantidad de biomasa.

Velocidad de carga volumétrica

Con este término se designa al volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor. Este valor tiene una relación de tipo inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención.

Existen diferentes formas de expresar este parámetro siendo los más usuales los siguientes: kg de material/día; kg de materia seca/día; kg de sólidos volátiles/día todos expresados por metro cúbico de digestor.

Las cantidades de sólidos y sólidos volátiles se extraen afectando a las cantidades en Kg. de material cargado con los porcentajes de sólidos o sólidos volátiles que se obtiene por análisis. (Porcentaje de sólidos sometiendo al sustrato a desecación, 105°C hasta peso constante y extrayendo el siguiente coeficiente: (peso húmedo - peso seco)/peso húmedo. El porcentaje de sólidos volátiles se obtiene sometiendo la muestra seca a la mufla, 560°C durante tres horas y extrayendo el siguiente coeficiente:

$$1 - \frac{\text{peso seco} - \text{peso ceniza}}{\text{peso seco}}$$

Un factor importante a tener en cuenta en este parámetro es la dilución utilizada, debido a que una misma cantidad de material biodegradable podrá ser cargado con diferentes volúmenes de agua.

Tiempos de retención (T.R.)

Este parámetro sólo puede ser claramente definido en los “sistemas discontinuos o batch” donde el T.R. coincide con el tiempo de permanencia del sustrato dentro del digestor.

En los digestores continuos y semicontinuos el tiempo de retención se define como el valor en días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria.

De acuerdo al diseño del reactor, el mezclado y la forma de extracción de los efluentes pueden existir variables diferencias entre los tiempos de retención de líquidos y sólidos debido a lo cual suelen determinarse ambos valores.

El T.R. está íntimamente ligado con dos factores: el tipo de sustrato y la temperatura del mismo.

La selección de una mayor temperatura implicará una disminución en los tiempos de retención requeridos y consecuentemente serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material.

La relación costo beneficio es el factor que finalmente determinará la optimización entre la temperatura y el T.R., ya varían los volúmenes, los sistemas paralelos de control, la calefacción y la eficiencia.

Con relación al tipo de sustrato, generalmente los materiales con mayor proporción de carbono retenido en moléculas resistentes como la celulosa demandará mayores tiempos de retención para ser totalmente digeridos.

El límite mínimo de los T.R. está dado por la tasa de reproducción de las bacterias metanogénicas, debido a que la continua salida de efluente del digestor extrae una determinada cantidad de bacterias que se encuentran en el líquido. Esta extracción debe ser compensada por la multiplicación de las bacterias que pertenecen dentro del reactor.

MATERIA PRIMA	T.R.H.
Estiércol vacuno líquido	20 - 30 días
Estiércol porcino líquido	15 - 25 días
Estiércol aviar líquido	20 - 40 días

Por esta razón en los últimos años se han buscado diseños de cámaras de digestión que procuran lograr grandes superficies internas, sobre las cuales se depositan como una película las bacterias u otros sistemas que logran retener a las metanogénicas, pudiéndose lograr de este modo T.R. menores.

Valor de acidez (pH)

Una vez estabilizado el proceso fermentativo el pH se mantiene en valores que oscilan entre 7 y 8,5. Debido a los efectos buffer que producen los compuestos bicarbonato-dióxido de carbono (CO_2 - HCO_3) y Amonio -Amoníaco (NH_4 - NH_3), el proceso en sí mismo tiene capacidad de regular diferencias en el pH del material de entrada.

Las desviaciones de los valores normales es indicativo de un fuerte deterioro del equilibrio entre las bacterias de la faz ácida y la metanogénica provocado por severas fluctuaciones en alguno de los parámetros que gobiernan el proceso.

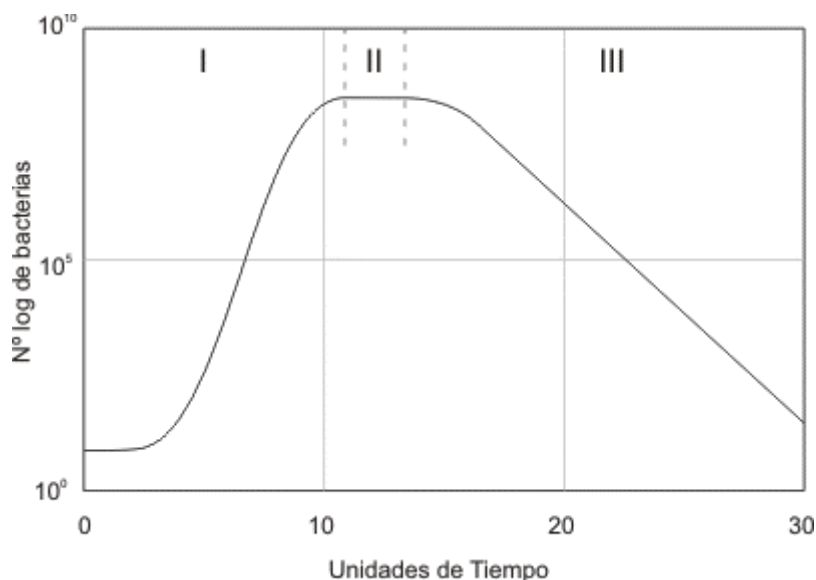
Contenido de sólidos

La movilidad de las bacterias metanogénicas dentro del sustrato se ve crecientemente limitada a medida que se aumenta el contenido de sólidos y por lo tanto puede verse afectada la eficiencia y producción de gas. Por otro lado podemos encontrar en la literatura datos de producciones de gas importantes logradas en rellenos sanitarios con un alto contenido de sólidos.

En este punto tampoco existen reglas fijas; mediciones realizadas utilizando mezclas de estiércoles animales en agua han determinado que para digestores continuos el porcentaje de sólidos óptimo oscila entre el 8% y el 12%.

Inclusión de inoculantes

El crecimiento bacteriano dentro de los digestores sigue desde su arranque la curva típica graficada en la siguiente figura.



En la figura pueden distinguirse claramente tres etapas: La de arranque (I), la de estabilización (II) y la de declinación (III).

La primera etapa puede ser acortada mediante la inclusión de un determinado porcentaje de material de otro digestor rico en bacterias que se encuentran en plena

actividad. Esto es particularmente importante en los digestores discontinuos que deben ser arrancados frecuentemente.

Al llegarse en forma más rápida a la estabilización puede incrementarse la producción de gas por kilogramo de estiércol.

Los dos factores a tener en cuenta en la inoculación de un digestor es la proporción en que se agrega y la edad del mismo. Cuanto mayor sea la proporción y menor la edad mayor será la eficacia.

Agitación - mezclado

Los objetivos buscados con la agitación son: remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanógenas, mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana, evitar la formación de costra que se forma dentro del digestor, uniformar la densidad bacteriana y evitar la formación de espacios “muertos” sin actividad biológica.

En la selección del sistema, frecuencia e intensidad de la agitación, se deberán realizar las siguientes consideraciones: el proceso fermentativo involucra un equilibrio simbiótico entre varios tipos de bacterias. La ruptura de ese equilibrio en el cuál el metabolito de un grupo específico servirá de alimento para el siguiente, implicará una merma en la actividad biológica y por ende una reducción en la producción de gas.

Como conclusión en la elección de un determinado sistema, se tendrá siempre presente tanto los objetivos buscados como el perjuicio que puede causar una agitación excesiva, debiéndose buscar un punto medio óptimo.

Existen varios mecanismos de agitación utilizados, desde los más simples que consisten en un batido manual o el provocado por la entrada y salida de los líquidos, hasta equipos que involucran agitadores a hélice, recirculadores de sustrato e inyectores de gas.

Inhibidores

La presencia de metales pesados, antibióticos y detergentes en determinadas concentraciones pueden inhibir e incluso interrumpir el proceso fermentativo.

Cuando es demasiado alta la concentración de ácidos volátiles (más de 2.000 ppm para la fermentación mesofílica y de 3.600 ppm para la termofílica) se inhibirá la digestión. También una elevada concentración de Nitrógeno y Amoníaco destruyen las bacterias metanogénicas.

INHIBIDORES	CONCENTRACION INHIBIDORA
SO ₄	5.000 ppm
NaCl	40.000 ppm
Nitrato (según contenido de Nitrógeno)	0,05 mg/ml
Cu	100 mg/l
Cr	200 mg/l
Ni	200-500 mg/l
CN (Después que se han domesticado las bacterias metanogénicas a 2-10 mg/ml).	25 mg/l
ABS (Detergente sintético)	20-40 mg/l
Na	3.500-5.500 mg/l
K	2.500-4.500 mg/l
Ca	2.500-4.500 mg/l
Mg	1.000-1.500 mg/l

En el cuadro anterior se dan valores de concentraciones de ciertos inhibidores comunes. Valores que se deben tomar como orientativos, puesto que las bacterias intervinientes pueden con el tiempo adaptarse a condiciones que en un principio las afectaba marcadamente.

A continuación se presenta la experiencia del pueblo bioenergético alemán de Jühnde, que consideramos un caso importante para analizar.

Jühnde, Alemania – Primer pueblo bioenergético.

VER: *Informe del Viaje a AGRITECHNICA 2011 - Hannover, ALEMANIA (www.cosechaypostcosecha.org)*

Jühnde es el primer pueblo del mundo que posee autoabastecimiento de gas (calor) y electricidad con biomasa. La idea original fue de una serie de técnicos investigadores de la Universidad de Göttinger. La temperatura durante muchos meses del año en esta región está por debajo de 0°C y en algunos días por debajo de 15°C.

La idea fuerza fue desarrollar un pueblo que se abastezca de calefacción y electricidad provista totalmente de energía renovable. El primer gran desafío fue convencer al pueblo a abandonar la energía tradicional por esta nueva propuesta.

Jühnde es un pueblo agropecuario de 750 habitantes, allí se demandaba muy poca mano de obra y la gente solo dormía en el pueblo porque trabajaba en grandes ciudades, un pueblo con tendencia a desaparecer si seguía en esas condiciones. Hoy es un pueblo con fuerte actividad turística, lo visitan 3.000 personas por año, muchos extranjeros como el caso de la Delegación Argentina.

En la actualidad el pueblo está abastecido bioenergéticamente gracias a un proyecto muy ambicioso que comenzó en el año 2000 (que inicio su construcción en el año 2004) y que fue llevado a cabo por un equipo de personas junto al Alcalde y una cooperativa que ya devuelve ganancias.

En septiembre de 2005, Jühnde ya se autoabastecía de electricidad obteniéndola a partir de Biomasa. El proyecto tuvo un costo total de 5,3 M/Euros con subsidios del estado, aporte provincial y el aporte de 140 socios del pueblo y 50 socios extra

población, o sea inversores. Así se conformó una cooperativa con devolución de parte de las rentas.

El aporte fue realizado de la siguiente manera 1,3 M/Euros lo aportó un subsidio del Ministerio de Agricultura, 200.000 Euros la región, 1,5 M/Euros lo aportaron los socios por la red de calefacción y el resto crédito de bancos privados.

Con el pueblo bioenergético se generaron unos 4 nuevos empleos directos más otro tanto indirectos, a lo que hay que sumar 2 agricultores que compraron equipos y brindan el servicio a la planta de la captura de la biomasa y el efluente de la actividad pecuaria, y que además llevan y distribuyen el fertilizante biológico que devuelve nutrientes al suelo. A estos empleos hay que sumarle el consejo de la cooperativa que da trabajo a unas 5 personas más que cobran un sueldo simbólico de 400 Euros mensuales.

El concepto fundamental del uso de la biomasa como energía está fundamentado en que la biomasa es un sistema natural de almacenar energía solar acumulada en la planta y, si la almacenamos en un sistema de alta conservación como el silaje, se puede conservar y utilizar cuando se la requiera durante el año.

Para destacar del sistema:

- Se genera biogás (metano de buena pureza).
- Es una tecnología limpia desde el punto de vista ambiental. Muy pocas emisiones y toda energía renovable, además los efluentes que salen como fertilizante del biodigestor no poseen olores y no generan problemas al ser devueltos en los campos cerca del pueblo.
- La energía solar que llega al suelo es 3.000 veces superior al consumo primario de energía a escala mundial. Solo tomando en cuenta la biomasa generada en todo el mundo cada año (mediante el aprovechamiento de esta radiación solar por fotosíntesis) se puede cubrir 5-6 veces la demanda global.
- Se logra alta eficiencia energética en la planta.
- Se trabaja en forma asociativa.
- Se utiliza el chip de madera que antes se desperdiciaba
- Se logra calefaccionar todo el pueblo con una nueva red de agua caliente.

Una gran parte de la energía producida a escala mundial procede de combustibles fósiles, fuente no renovable y por lo tanto no sostenible a largo plazo. Los dos principales inconvenientes del uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) son los siguientes:

- El consumo anual de estos recursos limitados requiere aproximadamente un millón de años para su formación. Ello implica que estos recursos se agotarán en pocas generaciones.
- Consumiendo carbón, petróleo y gas natural se devuelve a la atmósfera una cantidad considerable de dióxido de carbono, hasta entonces atrapado en forma de combustibles. Este gas provoca un considerable efecto invernadero contribuyendo en gran medida al cambio climático.

En los últimos 150 años la temperatura global de la superficie de la tierra ha aumentados unos 0,7 – 0,8°C

Para el fin del presente siglo se espera un aumento de alrededor de 2 a 6°C. El futuro no es la energía atómica, el futuro es la energía renovable, biomasa, solar y eólica captada de diferentes formas.

El problema energético como se ha dado en llamar a esta situación es en gran parte el resultado de un desarrollo económico basado en un supuesto

equivocado; que los recursos son ilimitados. En este punto arranca el proyecto “El pueblo bioenergético”.

El auge turístico del pueblo se debe a que fue el primer pueblo de este tipo que funcionó en Alemania. Hoy ya son 60 los pueblos que utilizan el principio de autoabastecimiento energético con energía renovable en Alemania y en la zona de Göttinger ya hay 6 pueblos más de este tipo.

Actualmente existen grandes empresas bioenergéticas que transforman biomasa en Metano y por medio de red de gas alimentan motores, que entregan energía eléctrica al pueblo y agua caliente a la Red de calefacción. Generalmente estas empresas compran a los productores agropecuarios la biomasa a buen precio o le alquilan los campos para producirla a valores elevados que alcanzan los 1200 Euros/ha/año.

En toda Alemania ya existen unos 6.000 biorreactores y más de 4.500 plantas de biogás a partir de biomasa y algo de efluentes de animales. Generalmente el gobierno subsidia el KW verde pagando un valor que va de 2 a 4 veces el valor del KW normal de Red. La variación de 2 a 4 es por una calificación compleja de sustentabilidad de la planta y por el tamaño, cobrando más subsidios las plantas chicas y con un mayor grado de reducción de emisiones.

Existen plantas que aportan gas metano a la red sin transformarlo en electricidad, son las menores y en la región de Göttinger existen 2 plantas de este tipo. También existen plantas que todo lo transforma en electricidad para aportar a la Red.

El negocio del uso de biomasa planta entera para producir biogás y electricidad posee varias alternativas.

Otro punto importante que se tuvo en cuenta es que el método permite planificar a largo plazo, ya se puede cosechar y a los pocos días ya comenzar a cobrar.

Jühnde tiene como aportes de biomasa el 25% de lo producido por 9 productores que en total suman 1.200 hectáreas de área sembrable con cultivos. Estos dedican solo 300 ha para alimentar la planta bioenergética. Se aporta maíz planta entera picado fino y almacenado en la planta como silo bunker, se hace rotación de cultivo en una secuencia de silo cada 4 años y también se hace silaje de trigo o centeno.

Está claro que el sistema es ecológico dado que se reduce la emisión de CO₂ emitido por 240 calefactores que funcionaban con petróleo y hoy se nutren de agua caliente que proviene de la planta y alimenta una nueva red de agua a 83 °C. Se ahorran unas 3.500 t de CO₂ por año. Además los pobladores indican que los 400.000 Euros/año de combustible que se gastaban para calefacción y se lo entregaban a las petroleras, hoy queda todo en el pueblo aportando trabajo.

El sistema funciona de la siguiente manera: la planta está muy cerca de la ciudad, donde se pueden ver silos de maíz picado fino y silo picado fino de centeno, un gran tanque de estiércol líquido (que es traído de 4 tambos estabulados que totalizan 400 vacas lecheras), esto aporta biomasa y bacterias en un 90 %, y el 10% restante de los efluentes lo aporta un establecimiento de cerdo de 800 madres ciclo completo. Existen 2 grandes biodigestores o bioreactores uno de 3.000 m³ y otro de 4.800 m³.

Estos biodigestores poseen una temperatura regulada constante de 39 °C y muy buenos agitadores con motor externo de nueva generación. La ración diaria para alimentar a los biodigestores está calculada por nutricionistas, dependiendo de la calidad energética de la biomasa que se prepara en un mixer estacionario y del rendimiento de la fermentación.

La producción de gas se inició a los 51 días y el gas metano es utilizado como combustible de un motor de 12 cilindros Deutz refrigerado a agua que entrega unos 700 kw/h de potencia eléctrica y otros 700 kw de energía calórica, como agua que se mueve por todo el pueblo como calefacción. Es decir que la red y los radiadores de las

casas constituyen el radiador del motor que está en la planta y trabaja las 24 horas de manera continua aportando energía a la red que alimenta al pueblo. Si algún día falta energía o la temperatura está debajo de cero, funciona una caldera alimentada por energía desechable de forestación en forma de chips de madera. Estos chips salen de los residuos de la poda de 600 hectáreas de bosque y se almacenan en grandes tinglados de la planta, y en verano cuando sobra energía el chip es secado por aire caliente con una secadora especial.

La planta también posee paneles fotovoltaicos orientables para captar energía solar que es utilizada en la planta.

En caso de que la temperatura ambiente esté por debajo de 10 °C y no alcancen los 2 sistemas de biomasa para calefaccionar, se utiliza por poco tiempo un auxilio, un motor que funciona con gasoil, pero a lo largo del año esto no llega a suministrar más del 5 % de la energía total y solamente si el frío supera los valores normales.

En invierno la energía proviene en un 60 % de energía de biomasa de silaje, el 35 % de energía de madera chips y el 5 % de petróleo ocasionalmente. Se necesitan unos 1.800 m³ de chip, esta madera es normalmente desperdiciada y al descomponerse emite CO₂, que hoy se evita emitir con este sistema.

En cada casa existe un medidor de caudal de agua que entra y otro de la que sale, y la diferencia de temperatura del agua que entra y que la que sale; entrega el dato a a cobrar en cada casa. El agua de uso diario (para cocinar, lavar y asearse) se calienta por medio de una serpentina tipo termo-tanque.

Una casa normal consumía anualmente unos 3.000 l/año de gasoil de calefacción, lo cual significaba unos 1.700 Euros/año, mientras que hoy con el nuevo sistema paga solamente 300 E/año.

Los productores que aportan la biomasa, la cobran en función del equivalente valor de mercado estimado del rendimiento en base seca.

Existen piletas de abono líquido que luego son devueltos como fertilizantes orgánicos con las mismas estercoleras líquidas de serie, normalmente incorporado chorreado con un sistema de mangueras rozando el suelo con una casi incorporación.

Como dato, aproximadamente el pueblo de Jühnde utiliza 3.500.000 kwh anualmente.

Resumen de datos técnicos:

Jühnde

Pueblo Bioenergetico

Origen y objetivos del primer pueblo bioenergético de Alemania.

Suministro independiente de calor y electricidad a través de la biomasa.

Jühnde (LowerSaxony) es el primer pueblo de Alemania que produce calor y electricidad a partir de biomasa renovable (plantas energéticas en forma silo y chips de madera), creando así un balance neutro de CO₂.

La biomasa, la cual puede ser fácilmente almacenada y está disponible con buena calidad continuamente, se puede utilizar de forma flexible para satisfacer las cambiantes demandas de calor y electricidad.

La planta de bioenergía tiene tres componentes esenciales:

1. Planta de digestión anaeróbica con una central eléctrica de tipo bloque térmico.
2. Caldera quemadora de chips de madera (para satisfacer la alta demanda en invierno).
3. Red de calefacción del pueblo.

Planta de digestión anaeróbica con una central eléctrica de tipo bloque térmico.

El silaje y el abono líquido se fermentan en el fermentador. Durante un proceso de 4 pasos es producido el biogás (metano), el cual alimenta la central eléctrica de tipo bloque térmico (un motor con un generador que produce la electricidad). La electricidad producida es inyectada a la red pública. El calor generado en la combustión del gas en el motor es introducido dentro de la red de calefacción del pueblo.

Detalles técnicos:

- El fermentador necesita alrededor de 6.600 m³ de abono líquido y alrededor de 11.000 t de biomasa renovable como por ejemplo: trigo, triticale, maíz, pasto, etc. cultivado en una superficie de alrededor de 300 hectáreas por año (todo picado fino y almacenado como silo bunker).
- Alrededor de 5.000.000 kWh de electricidad es generado anualmente.
- Alrededor de 4.500.000 kWh de calor introducida a la red de calefacción del pueblo anualmente.
- Alrededor de 3.500.000 kWh es usado en los hogares anualmente.

Información técnica:

- Central eléctrica de tipo bloque térmico con una capacidad de alrededor 716 kW_{el}.
- Fermentador, unos 3000 m³, 6 m de altura, 34 m de diámetro.
- Fosa de unos 280 m³.
- Silo de aproximadamente 8000 m³.

Caldera quemadora de chips de madera

En invierno, esta caldera contribuye con la demanda de calor del pueblo. Es en un horno con combustión en varias etapas, en el cual los chips de madera es secado paso a paso y luego quemado.

Detalles técnicos:

- El horno necesita alrededor de 600 cuerdas o líneas de madera.
- Calor producido en un año: aproximadamente 850.000 kWh de octubre a abril, el cual corresponde al 20 % de la demanda de calor anual.

Información técnica:

- Horno con una capacidad de alrededor de 550 kW_{th}.
- Almacenaje de chips de madera por más de 250 cuerdas o líneas.

Caldera para demanda de calor extrema

En caso de una avería o colapso total de la planta y para los pocos días de frío extremo en invierno, una caldera adicional proporciona calor para el pueblo. De

aproximadamente $1,6 \text{ MW}_{\text{th}}$, que funciona con aceite para la rara demanda de calor extremo en invierno, que corresponde más o menos a un 5 % de la demanda anual de calor.

Red de calefacción del pueblo

La red de calefacción fue instalada en todo el pueblo. Alrededor de 4.500.000 kWh de calor suministrado en un año con una temperatura de aproximadamente 80°C y una presión máxima de 4 bares.

Conclusión

Aproximadamente unos 3.500 t de CO_2 de emisión se evitarán en un año, una vez que el sistema está activado. (Todos los valores son aproximados)



Vista aérea de la planta del pueblo energético Jühnde. Comienza a funcionar en el año 2006.



Vista de los dos biodigestores, el depósito de estiércol y, dentro del contenedor, el motor que funciona a metano para generar electricidad para red de agua caliente para calefaccionar las 140 casas del pueblo de Jühnde.



Depósito de chip de madera y secadora de chips. También se pueden apreciar los dos paneles fotovoltaicos para generar electricidad que son auto orientables. Chips de desecho de poda de bosque de 600 ha.



Silo de maíz y centeno picado fino almacenado en bunker, energía para alimentar al biodigestor. Total de biomasa generada de 300 ha. Energía de biomasa almacenada sin pérdida. En definitiva es energía solar almacenada como biomasa a través del proceso de fotosíntesis.



Vista del mixer mezclador de la ración de biomasa con estiércol que alimenta diariamente al biodigestor. 90% de los efluentes son bovinos y el 10% de explotaciones porcinas. Un sinfín especial introduce el material al biodigestor primario.



Motor Deutz de 12 cilindros que funciona con el metano de los biodigestores: genera 700 kw/h de electricidad y 700 kw de equivalente energético de agua caliente para calefacción de 140 casas del pueblo energético de Jühnde.



Estercolera que recoge los efluentes de 400 vacas en ordeño estabuladas y de 600 madres de cerdo de ciclo completo; el mismo equipo con barril chorreador distribuye El purín (líquido que sale del biodigestor con muy buena concentración de nutrientes "abono orgánico") sin olor.



Biomasa acumulada para todo el año. Energía almacenada para todo un año en forma de biomasa. Cada una de las 1.400 casas del pueblo pagaba 1.700€ de energía por año, hoy al ser socio de la planta bioenergética solo paga 300 € al año y recibe una cuota de renta de la cooperativa como socio.

Conclusiones.

El país asiste a un acelerado proceso de agregado de valor en origen y la realidad actual deja en evidencia las exigencias que esto genera en cuanto a una mayor oferta energética. Al mismo tiempo, la preocupación por el proceso de calentamiento global mundial ha movilizó a las naciones del mundo a buscar soluciones, donde las energías limpias (renovables y con reducción en las emisiones de carbono) juegan un papel fundamental.

En este contexto, el desarrollo de las bioenergías en nuestro territorio es inminente, aún más considerando que estas fuentes alternativas de energías son una verdadera oportunidad para países que, como la Argentina, poseen recursos ambientales inigualables para producirlas.

En la actualidad se observan ya en todo el territorio nacional progresos en materia de biodiesel y bioetanol. El biogás en cambio aun se presenta como una oportunidad latente de ser producido en forma industrial, que permitiría alimentar redes eléctricas y de gas de uso público, dando autonomía energética a pueblos y ciudades, y ofreciendo una nueva posibilidad de agregado de valor en origen de los productos y subproductos agropecuarios.

La obtención de energía a partir de biomasa representa también una oportunidad de desarrollo de zonas marginales y una oportunidad para la rotación con cultivos que fijen carbono y aporten materia orgánica al suelo.

Países desarrollados como las naciones europeas, en especial Alemania, ya son referentes en materia de Biogás.

En la Argentina existen desde hace tiempo establecimientos que poseen pequeños digestores que les permiten, a la misma vez, el autoabastecimiento energético y la solución del problema de los residuos generados por la actividad principal (comúnmente pecuaria).

Actualmente el desafío es terminar de adaptar estas tecnologías a nuestra realidad para maximizar la rentabilidad de los establecimientos que produzcan biogás, motorizando la producción industrial del mismo, generando una nueva oportunidad de negocio y una solución a la escases de energía que opera en un contexto como el que ya hemos mencionado. Esto se logrará solo si se optimiza el aprovechamiento tanto

de la energía eléctrica como de la energía calórica, ya que esta última representa la mitad de la energía global producida por las planas de biogás.

El panorama es promisorio en esta materia por lo que desde el Proyecto PRECOP continuaremos buscando soluciones, respondiendo inquietudes y ampliando información.

Para mayor información, consultar las siguientes páginas fuente:

. Documento sobre el Biogás: <http://www.innovarioja.tv/docs/50/AndresPascual.pdf>

. Video empresa Bioconstruct.: <http://www.youtube.com/watch?v=Vfpru30YOPM>

. Video empresa EnvitecBiogás: <http://www.youtube.com/watch?v=qewtBkF4rdM>

. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia34/HTML/articulo03.htm>

. http://www.youtube.com/watch?v=qR9locqEgSg&feature=player_embedded#!

. <http://www.aqualimpia.com/IndiceEbook.pdf>

. <http://biometagas.com/documentos/INSTALACION%202010.pdf>

. <http://www.congresobioenergia.org/es/>

. <http://www.expobioenergia.com/>

. <http://www.expobioenergia.com/sites/www.expobioenergia.com/files/catalogos/2011/index.html>

. <http://www.cultivosenergeticos.es/arundo-k-12>
