



## **Residuos: Obtención de energía a partir de los efluentes**

### **Resumen de las ponencias de la 2ª Jornada Nacional de Gestión de Residuos**

**Centro Regional Córdoba**  
**Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi**  
**Centro Regional Santa Fe**  
**Estación Experimental Agropecuaria INTA Oliveros**

En un informe anterior se hizo referencia a la gestión de los residuos de las distintas producciones pecuarias y se describieron los puntos más sobresalientes a tener en cuenta a la hora de utilizar los mismos como aporte de nutrientes al suelo para los cultivos.

Otra de las posibilidades de valorización económica de los subproductos generados por los establecimientos agropecuarios es su aprovechamiento como fuente de energía. El aprovechamiento de la biomasa para este fin se conoce como bioenergía. Un ejemplo de ello es la descomposición anaeróbica de los desechos, de la cual se obtiene biogás que puede ser utilizado para la generación de energía (térmica o eléctrica) y digerido (con alto contenido de sólidos disueltos) que sirve como aporte de nutrientes al suelo. De ser factible esto, hay un doble aprovechamiento energético, ya que se estarían reemplazando en forma parcial o total los fertilizantes químicos, una de las principales fuentes indirectas de energía fósil de cualquier cultivo.

En la **2ª Jornada Nacional de Gestión de Residuos** que llevó a cabo el INTA los días 12 y 13 de noviembre de 2014 en la EEA Oliveros, Santa Fe, se pudo contar con la presencia de investigadores de distintas instituciones y empresas privadas especializados en esta temática, entre ellos el Ing. Eduardo Gropelli (EG Ingeniería), el Ing. José Méndez (INTA AER Totoras), la Lic. (M.Sc.) Karina García (INTA Rafaela), la Lic. Patricia Bres (IMyZA), el Dr. Ing. Fernando Salvagiotti (INTA EEA Oliveros) y los Ingenieros Ezequiel Weibel y Martín Pinos (Biogás Argentina). A continuación se presenta una breve descripción de los principales temas desarrollados.

#### **La importancia de la bioenergía en Argentina**

Al igual que la mayoría de los países latinoamericanos, Argentina presenta una fuerte dependencia de combustibles fósiles (Agencia Internacional de Energía, 2009) y a partir del año 2010 registra una balanza económica energética negativa<sup>1</sup>. Partiendo de esta información, el Ing. José María Méndez (AER Totoras, INTA) advirtió que la mayor intensificación de las producciones pecuarias y la disponibilidad de residuos agropecuarios, agroindustriales, municipales y forestales pueden ser una buena oportunidad para nuestro país en el desarrollo de las energías renovables; y así reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Además, mencionó como otro beneficio al desarrollo estratégico de determinada región, la posibilidad de agregar valor (industrialización en origen) a la producción agropecuaria en aquellas regiones donde no se dispone energía de la red. Otro objetivo no menor para algunas regiones de nuestro país es, sin lugar a dudas, que determinadas regiones accedan a una mejora en la calidad de vida de las comunidades que allí se encuentran.

---

<sup>1</sup> [www.abeceb.com](http://www.abeceb.com)

Méndez citó distintos casos de generación de bioenergía en nuestro país. Respecto a la producción de bioetanol, habló de 5 plantas de producción en base a grano de maíz y alrededor de 9 plantas a partir de caña de azúcar. En relación al biodiesel, funcionan 8 empresas grandes, 3 empresas grandes no integradas, 17 medianas y 9 pequeñas<sup>2</sup>. El técnico del INTA hizo hincapié en la posibilidad para el autoabastecimiento por parte del productor agropecuario. Más incipientes son las plantas de biogás, con emprendimientos de diferentes escalas presentes en nuestro país, aunque mencionó que hay camino recorrido en esta tecnología (como se verá posteriormente). Por último, contó la experiencia de la empresa láctea Manfrey, con un ejemplo de gasificación de biomasa.

El Ing. Méndez resaltó que la biomasa no puede ser foco de contaminación, como actualmente sucede con los efluentes de la actividad pecuaria intensificada y los residuos orgánicos domiciliarios segregados; por citar ejemplos. Tiene vital importancia transformarlos en productos energéticos y abonos orgánicos, prácticas que Argentina debe considerar como una necesidad si quiere ser un país agroexportador de alimentos de alto valor.

Finalizando con su disertación, explicó que la generación de energía distribuida (producida en el lugar donde se consume) permite mejorar el perfil agroindustrial y agroalimentario donde no llegan las redes de gas natural y las líneas de energía eléctrica. Esto provee beneficios ambientales y socioeconómicos para la sociedad como un todo, y favorecería diversificar la matriz energética nacional con una mayor incidencia de las fuentes renovables.

### **Empresas nacionales y la implementación de proyectos de biogás**

El biogás es un gas combustible cuyo poder calorífico oscila entre las 5.000 y 5.500 Kcal/m<sup>3</sup> debido a las variaciones en el contenido de metano. Poder generar energía eléctrica o térmica a través del mismo hace que sea un recurso provechoso para diversos establecimientos productivos (Gropelli y Giampaoli, 2001). Esta característica fue expuesta por el Ing. Eduardo Gropelli (EG Ingeniería) quien presentó diversos casos de industrias que implementaron la digestión anaeróbica como tecnología para el tratamiento de sus efluentes.

En primer lugar, mostró el caso de una empresa italiana que implementó un biodigestor de flujo pistón con desplazamiento horizontal. Se pudieron observar imágenes que mostraban la construcción en mampostería y el sistema de calefacción implementado, que consiste en una serpentina interna. A fin de mejorar su eficiencia térmica, todo el sistema de tratamiento se encuentra dentro de un invernadero. El detalle de este digestor es el tipo de gasómetro, construido con membranas flexibles y contrapeso, a fin de favorecer la presión y salida del biogás hacia el artefacto de consumo.

Prosiguió su exposición con el caso de otro establecimiento ubicado en la provincia de Santa Fe, dedicado a la faena de animales. Esta empresa implementó, para el destino de sus efluentes, digestores del tipo "contacto anaeróbico". Dicha tecnología consiste en una primera cámara de digestión y luego un decantador, donde se deposita la fase sólida (barros) que se recirculan al primer recinto, a fin de favorecer el contacto biológico. Los primeros dos módulos se construyeron en el año 1.993 (dos digestores de 400 m<sup>3</sup> cada uno), el tercer módulo (400 m<sup>3</sup>) en 1.998 y el cuarto (1.600 m<sup>3</sup>) en 2.001. En todos los casos, la cubierta de los digestores es de Polietileno de Alta Densidad (PEAD). El sistema completo tiene capacidad de abastecer el 33% de la energía consumida por la planta. Por otro lado, se logra reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) en un 82.5% respecto al efluente crudo.

Por último, mostró la experiencia realizada por la empresa SOLAMB SRL de co-generación de energía eléctrica y térmica en la localidad de Timbúes (Santa Fe). Esta generación de energía se produce mediante lagunas anaeróbicas cubiertas con PEAD de 3.200 m<sup>3</sup> de capacidad (cada una de ellas), dispuestas en paralelo. Uno de los puntos a destacar de este sistema es la eficiencia de conversión debido a la utilización de los gases de combustión para calefaccionar el digestor.

---

<sup>2</sup> **Empresas pequeñas:** plantas chicas enfocadas al cupo nacional, sin materia prima propia ni capital de trabajo.

**Empresas grandes integradas:** multinacionales con acceso a abundante materia prima, capital de trabajo y acceso a puertos. **Empresas grandes:** plantas grandes con capital de trabajo y acceso a puertos, pero sin materia prima propia.

Fuente: (Planta de biodiesel para el mercado interno. Mario Esteban Cittadini.)

De esta forma se logra aprovechar el 88% de la energía existente en el biogás, generando una potencia eléctrica de 270 Kw y una potencia térmica de 410 Kw.

Otro de los emprendimientos agroindustriales que montó un biodigestor para el tratamiento de sus residuos es un feed lot de 500 animales que se encuentra ubicado en la localidad de Carlos Tejedor- Pcia. de Buenos Aires. Allí la empresa Biogás Argentina se hizo cargo de la instalación y puesta en funcionamiento de la planta, cuya finalidad es la generación de energía eléctrica. Los representantes de la empresa, el Ing. Ezequiel Weibel y el Ing. Martín Pinos, detallaron los aspectos que tuvieron en cuenta para la instalación de la planta, como ser la impermeabilización de los pisos, colocando hormigón para la recolección de la mayor cantidad de estiércol posible; y la colocación de medias sombras con aspersores de agua para reducir el estrés calórico en los animales debido al impacto de las altas temperaturas.

En este sistema, el estiércol recolectado es enviado hacia la cámara de carga, donde se agrega agua para llevarlo a la concentración deseada. Se procede a calentarlo mediante un intercambiador de calor previo al ingreso al reactor. El mismo presenta agitación para evitar la formación de costras, y aislación apropiada a fin de mantener la temperatura deseada del proceso. Cuenta con una pileta de descarga con una capacidad de 1.000.000 de litros de almacenaje (capacidad para 3 meses). Los técnicos mencionaron la importancia del panel de control existente en el reactor, desde donde se comanda todo el sistema y se pueden observar los parámetros de funcionamiento del mismo.

### **Experiencias desarrolladas por el INTA**

En el proceso de la digestión anaeróbica los microorganismos presentan un rol clave, tanto por el número de reacciones bioquímicas que provocan (muchas de ellas en forma simultánea) como por la diversidad que están involucrados (Varnero, 2011). La Lic (MSc) Karina García, del INTA Rafaela, comenzó su ponencia remarcando esta característica, además de resaltar que un biodigestor puede cumplir con un doble cometido: la generación de energía y el tratamiento de un residuo.

La especialista habló también sobre la implementación de esta tecnología en una agroindustria dedicada a la producción de levaduras en la provincia de Tucumán. El digestor consiste en una laguna anaeróbica cubierta de 38.500 m<sup>3</sup> de capacidad, donde el biogás obtenido es utilizado para el funcionamiento de una caldera. Un modelo similar adoptó una industria citrícola de la misma provincia, solo que posee una capacidad superior (50.000 m<sup>3</sup>) obteniendo una producción de 46.000 m<sup>3</sup> de biogás por día.

También hizo referencia a digestores construidos en polietileno reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Por citar algunos ejemplos, uno de ellos fue diseñado por la empresa IBS y el INTA en Salta. Posee 30 m<sup>3</sup> de capacidad y se utiliza para el tratamiento de efluentes de un matadero. Otro caso similar es el existente en una planta procesadora de cereales de la provincia de Buenos Aires, con una capacidad de 1.200 m<sup>3</sup>.

Resaltando a la co-digestión como un paso clave para generar una mayor cantidad de energía, presentó el caso de un criadero de cerdos de San Luis, donde a través de los efluentes porcinos combinados con silo de maíz o sorgo, se llega a producir 1,5 MW de energía eléctrica y 1,5 MW de energía térmica.

Por último, la disertación se enfocó en la industria láctea, tema en el que desarrolla su especialidad en el equipo de calidad de leche y agroindustria de INTA Rafaela. Partiendo desde el cambio generado por la intensificación en los tambos, que genera un mayor volumen de residuos respecto a la producción pastoril (Taverna 2011), la Lic. García hizo mención a la biodigestión como una alternativa para mitigar el impacto ambiental producido por los residuos. Expresó también que el principal desafío se encuentra en generar tecnologías para tambos cuya producción ronda en los 1.000 a 5.000 litros de leche diarios. Puso énfasis en la agitación como un parámetro de proceso a tener en cuenta para mejorar la eficiencia del biodigestor. Se desarrollaron experiencias a escala piloto, donde un reactor con agitación puede llegar a producir un 100% más de biogás (aproximadamente) respecto al mismo equipo sin agitación.

Continuando con esta línea, la Lic. Patricia Bres, resaltó las distintas escalas en las cuales el Laboratorio de Transformación de Residuos (IMyZA, INTA Castelar) realiza estudios sobre la biodigestión y el enfoque que se le da a

cada uno de ellos. En reactores de carga única (batch, menores a 1 litro de volumen), se investiga la capacidad de obtener biogás de los residuos, referenciados por la actividad metanogénica y la biodegradabilidad del sustrato; co-digestión y compuestos inhibitorios. A mayor escala aún (reactores de 5 a 20 litros, de alimentación diaria) se busca analizar el arranque del proceso y la velocidad de carga. En planta piloto (12 m<sup>3</sup>) los estudios se centran en variables de proceso, como tipo de bombas, forma de calefacción y agitación. Por último, la especialista hizo referencia a los balances energéticos como forma de evaluar la eficiencia energética del proceso.

### **Oportunidades de la bioenergía a partir de residuos pecuarios**

Argentina presenta un amplio potencial para la generación de bioenergía. Se han logrado avances muy importantes como el “plan alconafta” de la década del 80; y el auge de la producción de biodiesel a partir del año 2006. Es cierto que estos emprendimientos quedaron en manos de empresas que procesan grandes volúmenes de biomasa; logrando con ello uno de los objetivos a nivel país, que es reducir la dependencia en los combustibles fósiles. Pero hay otra meta de mayor incidencia, que es llegar a la energía distribuida. En ninguno de los dos casos se alcanzó, ya que en el caso del bioetanol tuvo su foco en la provincia de Tucumán (por la producción primaria de caña de azúcar); y el biodiesel en la provincia de Santa Fe (por la concentración de plantas de extracción de aceite, principal materia prima).

No es fácil redistribuir la generación de este tipo de combustibles, principalmente por la capacidad instalada en los ingenios y en las aceiteras. Sin embargo, la oportunidad puede ser factible en el caso de la gasificación y la biodigestión.

En el caso de la biodigestión, siendo los residuos pecuarios potenciales materias primas para el proceso, es viable pensar en encontrar plantas en distintos puntos de nuestro país. Un motivo es el ambiental, ya que los establecimientos dedicados a la cría de animales deben ubicarse distanciados de centros urbanos. Otro puede ser el caso de productores y/o empresas agropecuarias dedicadas a la producción mixta (granos y carne), donde la necesidad de tierras dedicadas a generar alimento para el rodeo hace también a generar distancia a las ciudades.

Mundialmente existen empresas que poseen el conocimiento y la tecnología para la generación de bioenergía en gran escala. Pero en la pequeña y mediana escala los desarrollos son diversos y se adaptan a las necesidades de cada establecimiento. Dependerá de aunar esfuerzos para favorecer el desarrollo nacional de la tecnología apropiada en este tipo de producción.

### **AGRADECIMIENTOS**

**Ing. Amb. (MSc) Mariano Butti. Instituto de Ingeniería Rural. CIA. CNIA.**

**El presente artículo toma como eje las disertaciones que se detallan a continuación:**

**Producción de biogás en feedlot. Agregando valor a sus efluentes.** Ing. Ezequiel Weibel e Ing. Martín Pinos. BIOGAS ARGENTINA. biogasarg@gmail.com; info@biogasargentina.com

**Avances en la biodigestión anaeróbica de residuos orgánicos.** Lic. Patricia Bres. Laboratorio de Transformación de Residuo, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, INTA. bres.patricia@inta.gob.ar

**Digestión anaeróbica como alternativa de tratamiento de residuos agroindustriales.** Lic. (MSc) Karina García. Estación Experimental Agropecuaria INTA Rafaela. garcia.karina@inta.gob.ar

**Biodigestión en el Sector Agroindustrial con Tecnología Apropriada.** Ing. Eduardo Groppelli. EG Ingeniería. eduardo.groppelli@eg-ingenieria.com.ar

**Potencialidades de generación de bioenergía en origen.** Ing. José María Méndez. Agencia de Extensión Rural Totoras, Centro Regional Santa Fe. mendez.jose@inta.gob.ar

**Bibliografía consultada**

GROPELLI Y GIAMPAOLLI, 2001. "EL CAMINO DE LA BIODIGESTIÓN. AMBIENTE Y TECNOLOGÍA SOCIALMENTE APROPIADA". Editorial UNL. *Santa Fe*. 188 p.

VARNERO MORENO, M. T. (2011). MANUAL DEL BIOGÁS. *Santiago, Chile*, 2011.

TAVERNA M. (2011) "DIFICULTADES PARA CRECER EN CARGA Y ESCALA. DOS EJES DE LA EFICIENCIA TÉCNICA Y ECONÓMICA". Disertación en Jornada de productores lecheros INTA Rafaela.

MARIO ESTEBAN CITTADINI. PLANTA DE BIODIESEL PARA EL MERCADO INTERNO.

WWW.ABECEB.COM