Oportunidades de la bioenergía en el sector agropecuario: efluentes y cultivos energéticos.

Ing. Agr. Marcos Bragachini**,Ing. Agr. Diego Mathier**, Ing. Agr. M.Sc. Nicolás Sosa**, Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini**, Ing. Agr. José María Mendez*

Técnicos pertenecientes al Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor del INTA - *INTA A.E. Rural Totoras (Santa Fe),**INTA E.E.A. Manfredi (Córdoba).

El sector energético en nuestro país se caracteriza por una fuerte dependencia de los combustibles de origen fósil, los cuales representan aproximadamente el 87% de la matriz energética nacional (parte de estos combustibles son importados). Además, si bien a nivel mundial el precio del petróleo se ha reducido, la balanza económica energética de nuestro país es deficitaria desde el año 2010.

Siguiendo la caída de precio del petróleo, se observa una disminución del precio de los commodities agrícolas, lo que representa una oportunidad para el desarrollo de procesos de industrialización de esos granos (aceites, expeller, texturizados, biodiesel, etc) o la conversión de los mismos a proteína animal (carnes, huevo, leche, etc). En este último caso, se han extendido sistemas de producción animal cada vez más intensificados (gran concentración de animales por unidad de superficie), lo que ha llevado, en muchos casos, a situaciones de mal manejo de los efluentes generados por este tipo de producciones, ocasionando serios problemas ambientales.

Es aquí donde se puede vislumbrar el potencial del sector agropecuario al utilizar los efluentes de la producción animal, residuos de cosechas, cultivos energéticos, subproductos de la industria, entre otros, y darles un valor económico utilizándolos en la producción de energía, pasando en numerosas situaciones de ser un problema a obtener un beneficio económico y ambiental. A su vez, en algunos casos, luego del proceso de obtención de energía pueden ser utilizados para la fertilización de cultivos (biofertilizante).

La energía renovable es la que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Concretamente dentro de las energías renovables se encuentra la BIOENERGÍA que es la generada a partir de la biomasa, ya sea vegetal (rastrojos, residuos forestales, cultivos energéticos dedicados, otros) o animal (estiércoles, purines, etc).

La generación de bioenergía en el lugar de origen donde se encuentra esta biomasa trae aparejado variados beneficios, como el acceso de una comunidad a la energía y su mejora de la calidad de vida, el desarrollo estratégico de una determinada región, o el acceso a energía más económica, entre otros casos.

Además, como se mencionó anteriormente, si se pretende dar mayor valor a los commodities agrícolas indudablemente se requerirá de energía para los procesos industriales de transformación, pudiendo ser abastecido en parte por el aprovechamiento de la biomasa.

Los recursos biomásicos para la generación de energía tienen la ventaja de permitir la producción de combustibles líquidos (biodiesel, bioetanol, etc); combustibles gaseosos (biogás, Syngas, biometano) y sólidos (Briquetas, pellets, chips, etc).

El origen de la biomasa que se va a utilizar para la producción de bioenergía puede ser de origen residual como es el caso de los residuos pecuarios, residuos agroindustriales, residuos agrícolas, entre otros; o puede ser biomasa producida para ese fin, como son los denominados cultivos energéticos, pudiendo ser anuales en donde se cosecha solo el grano o la planta entera, o cultivos plurianuales como plantaciones forestales de rápido crecimiento. En los proyectos de generación de energía estas biomasas pueden ser utilizadas solas o en combinación.

En este caso particular nos referiremos a la producción de energía a partir de los efluentes pecuarios y/o la producción de cultivos energéticos.

Para el caso de las producciones intensivas (producciones de cerdos, de leche bovina, de carne bovina, otras) existe una tecnología denominada ***Biodigestión anaeróbica.*** Se trata de un proceso bioquímico durante el cual la materia orgánica compleja (carbohidratos, grasas y proteínas) es descompuesta en ausencia de oxígeno, por varios tipos de microorganismos anaeróbicos. Como consecuencia de esto se genera, por un lado, ***biogás*** (en algunos casos es necesario un acondicionado previo) que puede ser aprovechado en la generación de energía térmica y/o eléctrica y/o como biocombustible; y por otro lado se obtiene un coproducto llamado ***"digerido o digestato",*** que contiene nutrientes esenciales para los cultivos (N, P, K, etc) y por lo tanto puede ser utilizado como biofertilizante devolviendo los mismos al suelo.

Otros beneficios de esta tecnología es que el digerido, en comparación a los efluentes sin tratar presenta menor olor, menor carga patógena y los nutrientes se encuentran de una manera más disponible para el aprovechamiento de los cultivos.

Es decir que esta tecnología presenta un doble potencial:

- Ambiental: al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, evitar la contaminación de cursos de agua (subterránea y superficial) y el uso del digerido como fertilizante.
- Energético: el gas obtenido se puede emplear para generar electricidad y/o calor.

El biogás es un gas combustible, compuesto principalmente por metano (50-75%), dióxido de carbono (25-45%) y por cantidades menores de SH_2, N_2, H_2 y H_2O. La capacidad combustible de este gas la brinda principalmente el metano.

El poder calorífico promedio de un metro cúbico de biogás es de 5000 Kcal, lo que permite generar entre 1,3 - 1,6 kWh, equivalente a medio litro de petróleo, aproximadamente.

Las plantas de biogás pueden funcionar con un único sustrato (estiércol de animales por ejemplo), pero también pueden hacerlo con la combinación de distintos sustratos (ej: silaje de maíz y estiércol animal), en cuyo caso el proceso se conoce como codigestión, siendo este sistema el más utilizado en países muy avanzados en la temática como Alemania e Italia y además en donde el sistema de digestión anaeróbica es instalado no solo para realizar un eficiente tratamiento de los efluentes sino también para autoabastecerse de energía o para comercializarla a terceros.

En la siguiente imagen se puede observar de manera esquemática como es el proceso de biodigestión anaeróbica y el aprovechamiento que se puede realizar de cada uno de los productos y co-productos generados.

Fuente: http://www.mirabolivia.com/foro_total.php?id_foro_ini=24386

Los sustratos en forma de biomasa sólida tales como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU), los residuos agroindustriales o la producción de cultivos energéticos como silo de maíz o sorgo, se trituran e introducen en los digestores, junto con estiércol o residuos de la producción pecuaria. Estos al ser calefaccionados proveen un ambiente con temperatura óptima de proceso; también presentan un sistema de agitación que favorece la fermentación con la consiguiente producción de biogás.

El biogás se acumula en burbujas en la superficie del sustrato y se recoge en un contenedor de biogás. A partir de entonces el mismo puede tener varios usos posibles: la forma más sencilla de utilización es la quema directa en calderas o quemadores o la utilización para calefacción. También puede ser conducido hacia un generador eléctrico (motor de combustión interna o micro turbinas a gas), previo proceso de depuración (para la reducción de sulfhídrico y de vapor de agua), con el objetivo de producir energía eléctrica y calor (proceso de cogeneración). Otra opción es la purificación del biogás (99% metano) para ser introducida directamente a redes públicas de gas natural, en este caso se llama biometano que también puede ser utilizado en vehículos como biocombustible en remplazo o en conjunto al GNC.

Existe una gran variación en cuanto al potencial de generación de biogás de cada tipo de sustrato empleado, siendo los estiércoles en general los de menor potencial y los silajes (de maíz o sorgo por ejemplo) y subproductos industriales entre los de mayor capacidad de generación; es por esto que, como se mencionó anteriormente, se emplea la codigestión con el objetivo de aumentar la producción de gas.

Uno de los aspectos a tener en cuenta al plantear la digestión anaeróbica como sistema para tratar los efluentes pecuarios, es que el estiércol debe ser recolectado e introducido en los digestores diariamente y con el menor contenido de carga inorgánica posible (tierra u otro contaminante por ejemplo). Por lo tanto para la aplicación de esta tecnología son preferibles los sistemas intensivos de producción animal (Feedlot con corrales de piso de hormigón, cerdos en galpones en confinamiento, tambos estabulados, etc.).

Hay varios ejemplos de funcionamiento de biodigestores en el país, tanto a nivel industrial como en sistemas de producción pecuaria. Un ejemplo de tratamiento de efluentes mediante esta tecnología, es el del establecimiento “LA MICAELA” en la localidad de Carlos Tejedor (Bs. As.), que ya posee en funcionamiento un biodigestor para el tratamiento de los residuos en un feedlot de 500 animales. La instalación y puesta en funcionamiento de la planta cuya finalidad es la generación de energía eléctrica estuvo a cargo de la empresa Biogás Argentina.

Entre los aspectos que se tuvieron en cuenta para la instalación de la planta se encuentran 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). Todo el sistema es monitoreado y controlado mediante un panel de control existente en el reactor.

Imágenes del Establecimiento la Micaela. Fuente: Biogás Argentina

Algunos de los beneficios económicos que esto genera se pueden mencionar en el siguiente razonamiento:

500 Novillos (peso promedio 350 kg) en engorde a corral producen alrededor de 10 toneladas (t) de estiércol por día. Si este estiércol contiene un 20% de Materia Seca (MS) se obtienen 2.000 Kg/MS/día, lo cual equivale en biofertilizante a **174 kg de urea, 1.694 Kg de materia orgánica y 47 Kg de Súper Fosfato Triple (SPT)**, representando esto, sólo en Nitrógeno y Fósforo un ahorro de alrededor de **U$S 41.200 anuales.**

A esto habría que sumarle el valor de **1,5 Mw/día** de energía producido, debido a que la potencia instalada de la planta es de 65 KW/h. Teniendo en cuenta las tarifas para la generación de energía mediante biogás en Europa, las cuales se acomodan a la escala productiva (a menor potencia mayor tarifa) y llegan hasta 280 €/MW, se puede pensar un valor de referencia (real y alcanzable) de 180 U$S/MW para el productor, lo que significaría un ingreso anual de **U$S 98.550.**

En la actualidad se están realizando las obras del sistema de generación de energía que va a estar a cargo de la Cooperativa Eléctrica de Carlos Tejedor, y se está negociando el precio de venta de energía a la red, por lo que el precio tomado anteriormente es un valor estimativo supuesto.

En el caso de los sistemas de producción de leche, en el país existen aproximadamente 2.200.000 vacas totales que generan alrededor de 145.000 toneladas de MS de estiércol. Esto representa también un enorme potencial para la generación de energía y para su aprovechamiento como biofertilizante, siempre y cuando se realicen las obras de infraestructura necesaria que permitan la recolección de la mayor cantidad de efluentes posibles.

Gasificación de biomasa para reemplazo de combustibles fósiles

La Cooperativa de Tamberos Manfrey se encuentra ubicada en Freyre, Provincia de Córdoba (zona sin red de gas natural), desde hace unos años viene analizando la sustitución de energía fósil por energía renovable y desde el último año y medio encaró un proyecto que realmente muestra una visión prospectiva realmente innovadora; **producir energía a partir del proceso de gasificación.**

Si bien en otros países del mundo el proceso de gasificación es una alternativa válida para producir energía renovable y de hecho se la utiliza, en nuestro país es uno de los primeros emprendimiento de esta magnitud que lleva adelante una cooperativa: sustituir energía fósil (fueloil) por la utilización de biomasa. El proceso utilizado genera un "gas pobre" (mezcla de gases de bajo poder calorífico) que alimenta las demandas energéticas de las calderas de la usina láctea de Manfrey. No cabe duda que este proyecto generó y genera grandes desafíos, a los cuales se le van buscando las alternativas de solución.

Los objetivos que persiguió la empresa fueron: buscar una alternativa energética más económica que la tradicional, y por otro lado generar su propia energía independizándose del suministro, la variación en los costos y la calidad de la energía fósil.

El análisis económico del proyecto fue realmente interesante. La reducción del costo energético, al sustituir fueloil por bioenergía generada por gasificación fue de 4 a 1. Esto motivó a avanzar con el proyecto.

Vista de la planta de Gasificación de Manfrey y del sistema de almacenaje de la materia prima. Fuente: Tecnored Consultores.

En la actualidad la planta (instalada por Tecnored Consultores) ya está funcionando y la producción de bioenergía se realiza mediante la combustión de chip de madera que la cooperativa compra en la zona de Calamuchita. Este chip de madera posee un alto costo de flete y por aumento de la demanda esta incrementado el precio por tonelada por lo que el objetivo en el corto plazo es producir la biomasa en la región de Freyre, cercano a la usina de Manfrey. La planta consume 50 toneladas de materia seca chip de madera para generar 10 MW/Térmicos por hora sustituyendo un 60 a 70% de los requerimientos de energía térmica de la planta.

Desde el año pasado el INTA, a través de la AER San Francisco, el Programa de Mejoramiento de Sorgo y el Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor, conjuntamente con el Departamento Técnico de Manfrey, están analizando y experimentando en la zona de Freyre la alternativa de producir sorgo ligninocelulósico para sustituir al chip de madera. El objetivo es producir la materia prima mediante un cultivo energético producido en la región debido a la falta de un combustible de este tipo en la zona. Hoy el actor principal de la producción de esa materia prima es la Cooperativa, pero en un futuro se planea poner al alcance de los socios de la misma una alternativa productiva más y muy distinta a todo lo tradicional: producir biomasa para bioenergía.

Cultivo Energético de Sorgo Biomásico en crecimiento (foto superior), Sorgo cosechado y picado (foto inferior)

No se trata solamente de determinar qué sorgo se debe sembrar, sino que la cosecha (momento óptimo), el acondicionamiento, el transporte, el acopio y el suministro del material al silo del gasificador son todos ajustes que se deben realizar.

Por otro lado debemos valorizar la utilización de los residuos del proceso de gasificación, el biochar, que según información de otros países, puede hacer un aporte interesante a los parámetros físicos del suelo. Este es un desafío pendiente que deberemos valorizar una vez estabilizado el proceso de gasificación.

Estos son sólo dos ejemplos de aprovechamiento de biomasa vegetal y/o residuos de animales para su utilización como fuente de energía, que puede tener distintos objetivos según sea el emprendimiento: en algunos casos independizarse de la variabilidad de calidad y precio de los combustibles fósiles; en otros, generar un ingreso adicional a una actividad agropecuaria y beneficiarse del ahorro de compra de fertilizantes; pero en todos los casos se trata de utilizar un residuo o cultivo energético para generar una energía más limpia y amigable al medio ambiente.

Es elevado el potencial que presenta nuestro país para la producción de este tipo de energías, cuenta con condiciones climáticas de radiación, suelo y agua que permiten la obtención de biomasa y su aprovechamiento. La cuestión a tener en cuenta es buscar la forma de utilizar estos recursos de la manera más eficiente posible (tecnologías ya desarrolladas y disponibles en el país) generando los beneficios mencionados anteriormente (mejora de la calidad de vida de la población, desarrollo estratégico de una determinada región, energía más económica en algunos casos, entre otros).

El factor fundamental es superar el desafío de la industrialización de la materia prima en origen en zonas con falta de suficiente energía de red (eléctrica o bien gas natural). El costo mayor para el desarrollo de un territorio es no poder agregar valor en origen a la producción por no disponer de energía tradicional suficiente; donde existan efluentes pecuarios, otros residuos orgánicos o la capacidad de producir biomasa siempre habrá una oportunidad de solución a través de procesos bioenergéticas que pueden aportar la energía distribuida necesaria, o sea la producida en el lugar donde se demanda (bioenergía estratégica).

Bibliografía

- Recopilación de presentaciones técnicas de la **5º Jornada Nacional de Forrajes Conservados**. Ediciones INTA. Abril 2014 (Pág. 77-84).
- CD de presentaciones técnicas de 2º Jornada Nacional de Gestión de residuos. Ediciones INTA. Oliveros. Noviembre 2014.
- http://www.mirabolivia.com/foro_total.php?id_foro_ini=24386
- www.abeceb.com
- Consultas al equipo técnico de las empresas Tecnored Consultores y Biogás Argentina.
- www.tecnoredconsultores.com.ar
- www.biogas-argentina.com
- http://agro-technology-atlas.eu/manures.aspx