



Sostenibilidad de plantas de biogás agroindustrial

Jose Manuel Peña ⁽¹⁾, Nely Carreras ⁽¹⁾, Andrés Pascual ⁽²⁾, Begoña Ruiz ⁽²⁾

(1)Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). (2) ainia Centro Tecnológico

josemanuel.pena@ciemat.es

INTRODUCCIÓN

El biogás es una mezcla de gases compuesta principalmente por metano (50-75%) y dióxido de carbono (25-45%), además de cantidades traza de otros gases (sulfhídrico, vapor de agua, nitrógeno, etc.). Se origina en la digestión anaerobia (biometanización), proceso biológico de descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno en el que intervienen distintas poblaciones de microorganismos (figura 1). En la obtención del biogás agroindustrial se emplean residuos ganaderos (estiércoles y purines), agrícolas (excedentes de biogás hortofrutícolas, pajas de cereal) y de la industria agroalimentaria (bagazo, melazas, orujos, restos de matadero y de pescado) como materias primas a codigerir. En las plantas de digestión anaerobia, además de biogás (gas combustible fácilmente aprovechable) se produce digerido que puede ser empleado como fertilizante en agricultura. De igual modo, se evitan emisiones de gases de efecto invernadero al gestionar de forma correcta este tipo de residuos.

En el presente trabajo se ha analizado la sostenibilidad de plantas de biogás agroindustrial en cada una de las 326 comarcas agrarias españolas utilizando para ello la herramienta informática de modelización METANIZA, desarrollada en el marco del proyecto PSE PROBIOGAS y mejorada en el marco del Proyecto AGROBIOMET. Este software realiza un análisis económico, energético y medioambiental (emisiones de CO₂) de los escenarios planteados de instalación de plantas de producción y uso de biogás agroindustrial, teniendo en cuenta el potencial de producción de biogás de los distintos sustratos agroindustriales existentes en España, los costes de inversión, mantenimiento y operación de la planta de biogás, los posibles ingresos por venta de electricidad, calor, aprovechamiento del digerido y derechos de carbono, los consumos energéticos, las emisiones de CO_{2-eq} en la construcción y operación de la planta, etc.

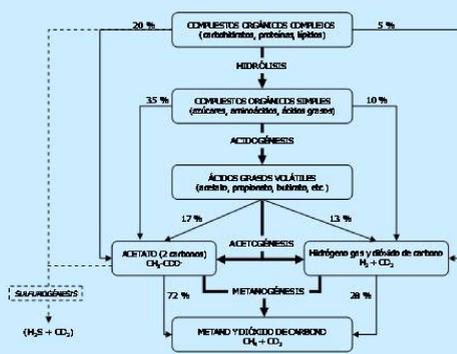


Figura 1. Fases de la digestión anaerobia

METODOLOGÍA

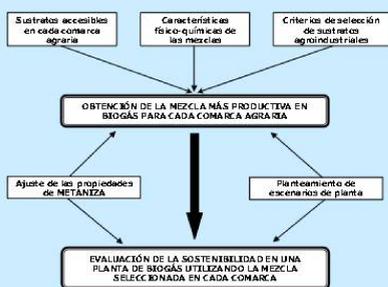


Figura 2. Metodología seguida en el estudio de sostenibilidad

Para analizar con METANIZA la sostenibilidad de plantas de biogás agroindustrial en las comarcas agrarias españolas se ha empleado la metodología reflejada en la figura 2. Inicialmente, se ha obtenido en cada comarca la mezcla de sustratos agroindustriales con mayor productividad en biogás teniendo en cuenta los sustratos accesibles, el cumplimiento de unos parámetros físico-químicos para las mezclas seleccionadas, priorizando el uso de determinados sustratos (residuos ganaderos) frente a otros y en base a los criterios establecidos en el estudio (figura 3). Una vez determinada la mejor mezcla en cada comarca se evaluó con METANIZA la sostenibilidad de una planta de biogás de 500 kW de potencia eléctrica de la unidad de cogeneración que la utilizara como materia prima.

En METANIZA existe una gran cantidad de propiedades (referidas a costes, ingresos, proyecto de inversión, proceso de digestión anaerobia, rendimiento eléctrico y térmico del motor de cogeneración, consumos energéticos y emisiones, etc.) informadas con valores por defecto obtenidos de fuentes bibliográficas, legales o de resultados de PROBIOGAS y que han sido ajustadas en algunos casos para adaptar la herramienta a las características de este estudio.



Sólidos totales ≤ 20%
Relación Carbono / Nitrógeno entre 15 y 40
Valorización preferente de residuos ganaderos, que representarán al menos un 50% del total de los sustratos agroindustriales utilizados en las mezclas seleccionadas.



Escenario 1 - Mayoritarios
Se modeliza una planta que utilice las cantidades totales disponibles de las materias primas más abundantes en la comarca. Este escenario permite conocer el tipo de sustratos presentes en la comarca, las características físico-químicas de la mezcla y la producción en biogás que es posible obtener tras su digestión anaerobia. Todo ello sirve de punto de partida para plantear mejoras en la mezcla en el escenario siguiente.

Escenario 2 - Mezcla mejorada
En la mayoría de las comarcas los sustratos agroindustriales más abundantes son los residuos ganaderos, resultando los mayoritarios en las mezclas del escenario anterior. Estos residuos tienen un potencial de producción de biogás bajo, por lo que es necesario incorporar a las mezclas otras materias primas menos abundantes pero con mayor productividad (bagazo, melazas, glicerina, residuos lácteos, de pescado, etc.) Este ha sido el objetivo de este escenario.

Figura 3. Criterios del análisis: sustratos disponibles y preferencias de selección, características de la mezcla, ajuste de propiedades y planteamiento de escenarios de estudio

RESULTADOS

Las mejores mezclas seleccionadas en las comarcas españolas se han agrupado en cuatro categorías atendiendo a la productividad en metano (CH₄) que alcanzarían plantas de biogás que las utilizaran como materia prima a codigerir de forma anaerobia, expresada en l CH₄/kgSV (Figura 4 y Tabla 1).

Asimismo, se ha evaluado la sostenibilidad en cada comarca agraria de una planta que utilice esta mezcla seleccionada en una cantidad tal que se obtuviera una potencia eléctrica de la unidad de cogeneración de 500 kW, considerando 7.500 horas/año de funcionamiento del motor y la venta de electricidad (según tarifa regulada por RD 661/2007) como único ingreso (Tabla 2).

Figura 4. Características de las mezclas según categoría

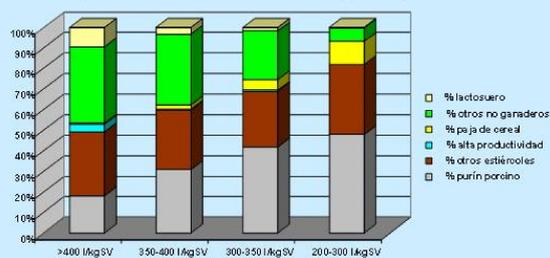


Tabla 1. Resultados de la selección de mezclas más productivas por comarca

Producciones	> 400 l/kgSV	350-400 l/kgSV	300-350 l/kgSV	200-300 l/kgSV
Producción (m ³ CH ₄ /día)	67.876.697	57.794.803	97.894.497	753.138.327
Producción (kgSV)	425	392	324	240
Producción (kg sustrato)	75,5	66,4	56,4	42,4
Total sustratos utilizados (kgSV)	899.031	844.752	1.734.230	17.760.720
% sustratos utilizados sobre total accesible	1,09%	1,03%	2,11%	21,56%
Potencia eléctrica (MW)	30,8	26,8	44,0	334,8
Composición de las mezclas				
% purín de porcino	17,91	30,89	41,85	47,74
% otros estiércoles (1)	31,14	28,64	27,01	34,23
% total residuo ganadero	40,05	59,43	68,80	81,97
% residuos de alta productividad (2)	3,75	0,80	0,56	0,11
% paja de cereal	0,56	1,90	5,26	11,10
% otros residuos no ganaderos (3)	37,42	34,49	23,53	6,45
% lactosuero	9,22	3,38	1,79	0,37

Tabla 2. Indicadores de la evaluación de sostenibilidad de plantas de biogás

Plantas de 500 kW de potencia eléctrica instalada de la unidad de cogeneración	Plantas de 500 kW de potencia eléctrica instalada de la unidad de cogeneración			
	> 400 l/kgSV	350-400 l/kgSV	300-350 l/kgSV	200-300 l/kgSV
Total residuos (t/año)	14.500	16.500	19.500	23.500
Volumen de los digestores (m ³)	2.200	2.400	2.700	3.300
Costes de inversión (mill €)	1,5	1,7	1,9	2
TIR (%)	>12	7 - 11	5,5 - 9	...
Periodo de retorno (años)	8	10	12	...

En todas las plantas de biogás modelizadas con METANIZA el balance energético resultó positivo, es decir, las plantas producirían más energía (electricidad, calor y ahorro derivado de la no producción de fertilizante sintético) que la que consumirían (en la fase de construcción de la planta, transporte de materiales al digestor y de digerido a campo, calentamiento del digestor, funcionamiento de equipos electromecánicos y acondicionamiento del biogás).

El mismo comportamiento se produce en lo referente a emisiones de CO_{2-eq}. Han sido mayores las emisiones evitadas que las generadas en la construcción y funcionamiento de la planta de biogás.

CONCLUSIONES

La digestión anaerobia es una vía adecuada para la gestión y valorización sostenible de residuos y subproductos agroindustriales (sustratos), permitiendo su transformación en energía y material fertilizante, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y el mantenimiento de la población en entornos rurales.

Los residuos ganaderos (que representan el 60% del total de residuos y subproductos agroindustriales generados en España) tienen un bajo potencial de producción de biogás. Su digestión anaerobia junto con sustratos agroindustriales de otros orígenes (codigestión) aumenta esta productividad permitiendo una mejor valorización de los mismos.

Es conveniente mejorar la remuneración del kW eléctrico producido, el reconocimiento de las emisiones evitadas de GEIs en la digestión anaerobia, el desarrollo de normas básicas de producción y uso como fertilizantes o enmiendas de los digeridos obtenidos en la biometanización y profundizar en el desarrollo de otros usos alternativos del biogás para garantizar la viabilidad económica de las plantas de biogás agroindustrial.