



Cuantificación de materias primas para producción de biogás

Proyecto cofinanciado por



UNION EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL

"Una manera de hacer Europa"



PSE PROBIOGAS.

Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España.

PS-120000-2007-6



Cuantificación de materias primas para producción de biogás

Autores:

IIE-UPV: Alfonso, David ; Brines, Natalia ; Peñalvo, Elisa ;
Vargas, Carlos A. ; Pérez-Navarro, Ángel

AINIA: Gómez, Paz ; Pascual, Andrés ; Ruiz, Begoña

Fecha de publicación:

09-06-2010

Los datos publicados en este documento son estimaciones realizadas en base a indicadores estadísticos y no suponen una encuesta de generación de residuos. Estos datos están siendo utilizados en el marco del proyecto PROBIOGAS con el objetivo de analizar el potencial y la viabilidad de producción de biogás por co-digestión a partir de mezclas de sustratos representativas a nivel nacional.



ÍNDICE

1 Resumen ejecutivo	3
2 Informe de coeficientes y caracterización básica de materias primas.....	5
2.1 Terminología.....	5
2.2 Tipificación de las materias primas.....	6
2.3 Metodología general de cálculo de potencial de producción de biogás en España.....	7
2.4 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas procedentes de la industria alimentaria.....	7
2.5 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas de la ganadería.....	8
2.6 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas de las plantas de biocombustibles líquidos.....	9
3 Cuantificación de materias primas a nivel nacional y autonómico.....	10
4 Mapas de distribución de materias primas	14



1 Resumen ejecutivo

El proyecto singular y estratégico PROBIOGAS, cofinanciado por el MICINN y los fondos FEDER (2007-2011), integra un conjunto de actividades de carácter científico tecnológico que están interrelacionadas entre sí y que tienen como objetivo común "el desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás en entornos agroindustriales, así como la demostración de su viabilidad y promoción en España". El proyecto está formado por 14 subproyectos e incluye estudios de viabilidad, acciones de investigación y desarrollo, proyectos de demostración a escala industrial, y acciones complementarias para la coordinación y difusión del proyecto.

En el subproyecto 1 "MATERIAS PRIMAS" se aborda, entre otros estudios, las características, cantidad, disponibilidad y distribución geográfica de aquellos materiales que puedan ser valorizados mediante la producción de biogás. Entre los resultados previstos destaca la elaboración de mapas de materias primas y potencial de biogás en España.

Fruto de estos estudios, se han elaborado cinco informes de cuantificación de materias primas, en los cuales se describen la metodología y resultados obtenidos para la cuantificación y ubicación geográfica de las distintas categorías de materias primas tipificadas en PROBIOGAS: ganaderas, animales, vegetales, industrias bioenergéticas y cultivos energéticos.

El presente informe corresponde a un resumen metodológico de la cuantificación llevada a cabo en el marco del subproyecto 1, así como una compilación de los resultados de cuantificación agrupados por Comunidades Autónomas. A continuación se describe brevemente el contenido del presente informe:

- En el punto 2 se describe la metodología y los coeficientes utilizados para la cuantificación de las distintas materias primas. Se definen los conceptos de cantidad teórica total, potencial accesible y potencial disponible.
- En el punto 3 se incluye la cuantificación a nivel nacional y autonómico para cada categoría según la metodología desarrollada.
- En el punto 4 se encuentran los mapas de distribución de materias primas por categorías.

NOTA: Los datos publicados en este documento son estimaciones realizadas en base a indicadores estadísticos y no suponen una encuesta de generación de residuos.



El presente estudio ha sido realizado con fines experimentales. Aun cuando en su elaboración los autores han procurado el máximo rigor en el tratamiento de los datos e informaciones contenidas en el mismo, no se acepta responsabilidad alguna por la utilización que de los mismos pueda realizarse. Cualquier uso posterior deberá contrastarse adecuadamente.

Es propiedad, (c) Instituto de Ingeniería Energética y Centro Tecnológico / Consorcio PROBIOGAS 2009. Todos los derechos reservados.



2 Informe de coeficientes y caracterización básica de materias primas

2.1 Terminología.

A efectos de clarificar terminología, conviene definir los conceptos de potencial total, accesible y disponible:

El **potencial “total”** se deriva de materias primas que técnicamente pueden ser objeto de co-digestión anaerobia para la producción de biogás.

El **potencial “accesible”** es la parte del potencial total que puede ser objeto de gestión (recogida, transporte y almacenamiento). Se descartan por tanto materiales que prácticamente resulta casi imposible su recogida y transporte a una planta de biogás. Por ejemplo, en el caso de las deyecciones ganaderas, el potencial accesible se determinó reduciendo cerca del 50% del potencial total por la imposibilidad de gestionar las deyecciones procedentes de la ganadería extensiva. Estas fueron calculadas estimando densidades de corte (ej. 2 cabezas/ha en bovino).

El potencial **“disponible”** es la parte del potencial accesible una vez descontado el que se destina a usos alternativos. Por ejemplo, un determinado subproducto puede ser gestionado y tratado por co-digestión anaerobia para la producción de biogás, pero se puede emplear para otros usos como la alimentación animal (piensos), la elaboración de abonos y fertilizantes orgánicos, la recuperación de compuestos de valor, etc. Por tanto, pese a estar accesible no estaría plenamente disponible.

El análisis de disponibilidad para cada tipo de residuo y área geográfica entraña una gran complejidad ya que la cantidad de usos alternativos para cada materia prima puede ser muy elevada. Las causas por las que un subproducto puede destinarse finalmente a la producción de biogás pueden atender a tendencias de legislación medio ambiental, sanitaria, o de otra índole, costes de la energía, marco tarifario incentivador, a la ausencia de un mercado o usuarios en las proximidades del lugar de generación, bajos precios por grandes volúmenes de excedentes, etc.

Se han determinado una serie de porcentajes de minoración para cada tipo de materia prima y zona geográfica tomando en consideración los principales usos alternativos en cada caso. Estos análisis han permitido determinar el potencial disponible.



2.2 Tipificación de las materias primas.

La jerarquía seguida para clasificar los distintos sustratos o subproductos/residuos ha sido de más general a menos general (más específico):

Tipo > Categoría > Subcategoría

Debido al elevado número de subcategorías (un total de 170) se ha creído conveniente realizar agrupaciones con el objetivo de mostrar resultados de manera más clara y manejable, y que en muchas ocasiones representan sustratos muy parecidos o que realmente pueden encontrarse mezclados.

Tipo > Categoría > Agrupación > Subcategoría

En los informes de cuantificación de cada tipo de materias primas se muestra la tipificación y agrupación detallada utilizada para la cuantificación.

Tabla 1. Tipificación completa.

TIPO	CATEGORÍA	
Ganaderos (G)	G1	Purín de cerdo
	G2	Estiércol de vaca
	G3	Gallinaza
	G4	Restos de otras especies
Alimentarios de origen animal (An)	An1	Subproductos cárnicos
	An2	Subproductos lácteos
	An3	Subproductos de pescado
Alimentarios de origen vegetal (Ve)	Ve1	Subproductos hortofrutícolas excedentes
	Ve2	Subproductos hortofrutícolas no conformes
	Ve3	Subproductos de transformación de productos hortofrutícolas
	Ve4	Otros
	Ve5	Lodos de aguas residuales
Cultivos Energéticos (Ce)	Ce1	Cultivos Energéticos
Subproductos de industrias bioenergéticas (IBi)	IBi1	Glicerina
	IBi2	R. bioetanol



2.3 Metodología general de cálculo de potencial de producción de biogás en España.

Para el cálculo del potencial de producción de biogás en España se han determinado potenciales medios estimados de biogás de cada materia prima o agrupación de materias primas (Nm^3 biogás/t o NL biogás/kg). Los datos se han obtenido de forma experimental (ensayos batch) en el marco de PROBIOGAS, o bien proceden de referencias bibliográficas de calidad. Para el cálculo del potencial no se multiplican directamente los potenciales medios estimados ya que estos suponen el potencial “máximo”. Se han aplicado potenciales medios minorados considerando una operación en continuo donde la tasa de biodegradación de los sólidos volátiles suele ser menor.

Para la conversión del potencial energético obtenido en metros cúbicos por año por residuo y por provincia (Nm^3 de CH_4 /año; Nm^3 : volumen referido a condiciones estándar, esto es, a 0°C y 1 bar de presión) a kilotoneladas equivalentes de petróleo por año (ktep/año), se ha considerado un Poder Calorífico Inferior (PCI) de $9,96 \text{ kWh}/\text{Nm}^3 \text{ CH}_4$. Asimismo, se ha aplicado la equivalencia $1 \text{ kWh} = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ tep}$.

2.4 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas procedentes de la industria alimentaria.

Los residuos de las industrias alimentarias se han dividido en dos grandes grupos en función de su origen: animal o vegetal.

El grupo de residuos de la industria alimentaria incluye también los residuos vegetales procedentes de la AGRICULTURA (centrales hortofrutícolas, cooperativas, etc.). Se trata de materiales de origen vegetal que corresponden a las mermas por baja calidad o productos no conformes para su uso comercial, así como excedentes de producción agrícola que se desea retirar del mercado (retiradas). Se han integrado en el grupo para facilitar la cuantificación. En adelante denominaremos “industrias alimentarias” a ambas actividades.

La metodología de cuantificación se ha adaptado para cada subcategoría, ya que la información disponible en cada sector analizado es distinta.

- Subproductos de mataderos (An1_A y An1_B): se ha calculado la cantidad de subproductos generada en función de los datos bibliográficos de generación de residuos a partir de las toneladas de canal, que es un dato conocido.
- Residuos de estabulación (An1_C): calculados de forma análoga a las materias primas de origen ganadero (apartado 2.5).



- Harinas cárnicas (An1_D): existen datos de producción particularizados para cada establecimiento, que se han utilizado directamente en la cuantificación.
- Subproductos lácteos y pesqueros (An2_B, An2_C, An3_A): el coeficiente de generación de subproductos se relaciona con la facturación de la empresa, teniendo en cuenta el precio medio del producto y el dato bibliográfico de generación de subproductos por tonelada de producto.
- Subproductos vegetales excedentes (Ve1): calculados en función de la producción anual, y aplicando el porcentaje de retiradas establecido.
- Subproductos vegetales no conformes (Ve2): calculados en función de la producción anual, y aplicando un porcentaje de mermas, dependiente de cada subcategoría, y obtenido en base a consultas al sector y bibliografía.
- Subproductos de la industria de transformación de vegetales (Ve3): el cálculo se basa en el dato del porcentaje de producto que se destina a transformación, y se le aplica el porcentaje de subproducto generado (dato disponible en la bibliografía u obtenido a partir de consultas al sector). Para determinadas subcategorías, se han utilizado datos de facturación de empresas y/o datos de superficies de cultivo para la realizar la “distribución comarcal” de los subproductos generados estimados.
- Lodos EDARI (An1_E, An2_A, An3_B, Ve5): el coeficiente de generación de lodos se relaciona con la facturación de la empresa, teniendo en cuenta el precio medio del producto, la generación de aguas residuales por tonelada de producto, y la materia orgánica contenida en dichas aguas.

El desglose de categorías en subcategorías, así como una descripción más detallada de la metodología de cuantificación, se puede consultar en los informes de cuantificación de materias primas de origen animal y vegetal.

2.5 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas de la ganadería.

De forma resumida, la metodología seguida para la estimación de las deyecciones ganaderas en PROBIOGAS se basa en la utilización de coeficientes de generación según especie, edad fisiológica y orientación productiva (kg SV/cabeza y día). Posteriormente, se han aplicado coeficientes productividad de biogás (PB) de cada materia prima o agrupación de materias primas al igual que con el resto de tipos de residuos cuantificados en PROBIOGAS.



Además, en la cuantificación de las deyecciones ganaderas se ha tenido en cuenta el carácter intensivo/extensivo de las explotaciones (potencial accesible), mediante la diferenciación entre explotaciones intensivas y extensivas según la densidad en cabezas por hectárea de la explotación.

Las provincias claramente extensivas o intensivas fijan las densidades “de corte” que se han aplicado para definir el carácter intensivo o extensivo de las explotaciones (4 cabezas/ha para porcino y 2 cabezas/ha para bovino). Las explotaciones cuya densidad sea menor que la densidad de corte fijada son consideradas extensivas y sus cabezas han sido eliminadas del potencial accesible. El análisis comarcal se ha realizado a partir de la información disponible en el CENSO AGRARIO DE 1999, debido a que las explotaciones se encuentran desagregadas por tamaño.

Una vez obtenido el potencial accesible, dicho potencial se ha minorado teniendo en cuenta los usos o aprovechamientos alternativos considerados en el análisis de disponibilidad.

En el informe de cuantificación de materias primas de origen ganadero, se encuentra la descripción detallada de la metodología seguida para la cuantificación de las deyecciones ganaderas, así como la cuantificación a nivel comarcal.

2.6 Metodología de cuantificación utilizada para las materias primas de las plantas de biocombustibles líquidos.

En la cuantificación de los subproductos de plantas de biocombustibles líquidos se han considerado los subproductos generados en las plantas de biodiésel (glicerina) y bioetanol (residuos del aprovechamiento como materias primas de remolacha azucarera, trigo o maíz).

Se han tenido en cuenta los residuos producidos en plantas en funcionamiento y en construcción, excepto para la agrupación Ibi2_B (residuos pulpa remolacha) en la que también se han sumado los procedentes de plantas planificadas debido a que sólo hay plantas en esta subcategoría.

La metodología seguida, se basa en la aplicación de factores de generación de residuos según cantidad de biocombustible producido y en la estimación del factor de carga de cada planta de biocombustibles.

Para un mayor grado de detalle respecto a la metodología seguida en ambas agrupaciones, se recomienda la consulta de los correspondientes informes de cuantificación.



3 Cuantificación de materias primas a nivel nacional y autonómico

Tabla 2. *Potencial accesible y disponible de biogás agroindustrial*

Biogás Agroindustrial	Potencial Accesible (ktep/año)	Potencial Disponible (ktep/año)	% PD/PA
Ganadería	1.361,6	1.130,1	83%
Industrias Alimentarias	2.938,8	302,5	10%
Origen Animal	136,9	82,1	60%
Origen Vegetal	2.794,6	214,5	8%
Lodos EDARI	7,4	5,9	80%
Plantas de Biocombustibles	93,3	18,7	20%
Total Agroindustrial	4.393,8	1.451,5	33%

En la tabla 3 se presenta un resumen de los resultados de la cuantificación de materias primas de origen agroindustrial cuya procedencia es la Industria Alimentaria, y se incluye lodos de Estaciones Depuradoras de Industrias Alimentarias (EDARI).

En la tabla 4 se presenta un resumen de los resultados de la cuantificación de materias primas de origen agroindustrial cuyo origen es la ganadería por Comunidades Autónomas.

En la tabla 5 se presenta un resumen de los resultados de la cuantificación de materias primas de origen agroindustrial cuyo origen es la Industria bioenergética y los cultivos energéticos.



Tabla 3. Estimación de los potenciales accesibles de biogás (ktep/año) de residuos de la IIAA

CCAA	Alim. de origen animal		Alim. de origen vegetal		Total IIAA (t/año)	Alim. de origen animal		Alim. de origen vegetal		Total IIAA (ktep/año)	%TOTAL CCAA
	(t/año)	%	(t/año)	%		(ktep/año)	%	(ktep/año)	%		
GALICIA	595.841		373.021		968.862	23,3	16,29%	44,3	1,59%	67,6	2,30%
P. ASTURIAS	202.068		21.215		223.283	4,8	3,36%	1,3	0,05%	6,1	0,21%
CANTABRIA	139.306		5.285		144.591	4,3	3,01%	0,7	0,02%	5,0	0,17%
PAIS VASCO	90.070		284.236		374.306	3,2	2,26%	41,5	1,48%	44,7	1,52%
NAVARRA	118.312		1.130.798		1.249.110	2,4	1,66%	161,5	5,78%	163,9	5,58%
LA RIOJA	22.701		346.523		369.224	0,5	0,33%	43,3	1,55%	43,8	1,49%
ARAGON	124.278		1.996.928		2.121.206	2,5	1,78%	289,2	10,34%	291,7	9,93%
CATALUÑA	944.511		1.463.970		2.408.481	18,6	13,03%	169,3	6,06%	187,9	6,40%
BALEARES	241.895		90.643		332.538	5,7	3,99%	11,3	0,40%	17,0	0,58%
C. Y LEON	1.181.321		6.540.712		7.722.033	27,4	19,23%	958,4	34,28%	985,9	33,55%
MADRID	548.097		318.770		866.867	12,8	8,98%	39,4	1,41%	52,2	1,78%
C. LA MANCHA	647.503		3.156.618		3.804.121	14,9	10,48%	358,3	12,82%	373,2	12,70%
C. VALENCIANA	295.244		992.808		1.288.052	5,9	4,12%	69,6	2,49%	75,5	2,57%
R. DE MURCIA	145.565		451.415		596.980	3,3	2,32%	23,8	0,85%	27,1	0,92%
EXTREMADURA	85.185		1.852.569		1.937.754	1,7	1,22%	224,8	8,04%	226,6	7,71%
ANDALUCIA	437.243		6.744.726		7.181.969	9,3	6,54%	354,1	12,67%	363,5	12,37%
CANARIAS	88.077		96.423		184.500	2,1	1,47%	4,9	0,18%	7,0	0,24%
ESPAÑA (*incl. Ceuta)	5.907.719		25.866.660		31.774.379	142,9	100%	2.795,9	100%	2.938,8	100%



Tabla 4. Estimación de los potenciales accesibles de biogás (ktep/año) de deyecciones ganaderas de ganado porcino, bovino, avícola y otras especies.

CCAA	Porcino		Bovino		Avícola		Otras especies		Total		
	(t/año)	(ktep/año)	(t/año)	(ktep/año)	(t/año)	(ktep/año)	(t/año)	(ktep/año)	(t/año)	(ktep/año)	(%)
GALICIA	327.205	6,4	288.280	7,1	302.465	19,8	188.215	8,2	1.106.166	41,4	3,00%
P. ASTURIAS	1.591	0	526.922	12,9	24.139	1,6	72.553	3,1	625.206	17,6	1,30%
CANTABRIA	7.928	0,2	1.844.392	45,1	19.188	1,3	60.109	2,6	1.931.617	49,1	3,60%
PAIS VASCO	14.958	0,3	170.290	4,2	56.987	3,7	147.757	6,4	389.992	14,6	1,10%
NAVARRA	613.205	12	306.365	7,5	45.091	3	272.005	11,8	1.236.666	34,2	2,50%
LA RIOJA	121.937	2,4	294.439	7,2	30.241	2	61.769	2,7	508.385	14,2	1,00%
ARAGON	5.395.789	105,2	1.319.158	32,3	270.745	17,7	885.666	38,4	7.871.358	193,6	14,20%
CATALUÑA	6.054.421	118,1	2.583.149	63,2	748.041	49	296.208	12,8	9.681.819	243,1	17,90%
BALEARES	13.641	0,3	31.956	0,8	26.415	1,7	104.985	4,5	176.998	7,3	0,50%
C. Y LEON	3.332.312	65	2.094.270	51,2	338.061	22,1	1.474.850	63,9	7.239.493	202,2	14,90%
MADRID	38.933	0,8	477.096	11,7	53.819	3,5	42.437	1,8	612.285	17,8	1,30%
C. LA MANCHA	1.931.380	37,7	1.145.147	28	399.607	26,2	1.201.188	52	4.677.323	143,9	10,60%
C. VALENCIANA	1.281.010	25	316.746	7,7	198.991	13	178.210	7,7	1.974.957	53,5	3,90%
R. DE MURCIA	2.332.210	45,5	280.473	6,9	45.195	3	242.480	10,5	2.900.358	65,8	4,80%
EXTREMADURA	295.075	5,8	604.181	14,8	51.133	3,4	1.507.388	65,3	2.457.777	89,2	6,50%
ANDALUCIA	1.597.227	31,1	1.737.726	42,5	350.185	22,9	1.427.952	61,8	5.113.090	158,4	11,60%
CANARIAS	71.343	1,4	125.473	3,1	64.489	4,2	159.286	6,9	420.590	15,6	1,10%
ESPAÑA	23.430.166	456,9	14.146.063	345,9	3.024.831	198,2	8.323.058	360,5	48.924.118	1.361,6	100%



Tabla 5. Estimación de los potenciales accesible de biogás (ktep/año) de residuos de plantas de biocombustibles líquidos

CCAA	Plantas de biocombustibles líquidos			CCAA	Plantas de biocombustibles líquidos		
	(t/año)	(ktep/año)	(%)		(t/año)	(ktep/año)	(%)
GALICIA	109.126	18,1	19,4%	C. Y LEON	211.918	34,2	36,7%
P. ASTURIAS	207	0,0	0,0%	MADRID	3.102	0,4	0,5%
CANTABRIA	8.014	1,1	1,2%	C. LA MANCHA	38.858	6,0	6,4%
PAIS VASCO	22.231	3,1	3,3%	C. VALENCIANA	22.231	3,1	3,3%
NAVARRA	5.429	0,8	0,8%	R. DE MURCIA	65.115	11,1	11,9%
LA RIOJA	12.925	1,8	1,9%	EXTREMADURA	18.612	2,6	2,8%
ARAGON	8.375	1,2	1,3%	ANDALUCIA	62.831	8,8	9,4%
CATALUÑA	4.446	0,6	0,7%	CANARIAS	0	0,0	0,0%
BALEARES	1.706	0,2	0,3%	ESPAÑA	595.126	93,3	100%



4 Mapas de distribución de materias primas

La cuantificación provincial (accesible) de materias primas expuesta en las tablas del capítulo anterior se ha representado de forma gráfica mediante mapas de distribución autonómica / comarcal para cada tipo.

La información cartográfica utilizada pertenece a la base BCN200 del Instituto Geográfico Nacional.













