

## LA IMPLICACIÓN CIUDADANA COMO FACTOR CLAVE PARA EL ÉXITO DE LOS PROCESOS DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. EL PROGRAMA DE PRÁCTICAS DOCENTES DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE CAN BARBA (VALLÉS OCCIDENTAL, BARCELONA)

Xavier Flotats<sup>1,2</sup>, Esther Burgos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> GIRO Centro Tecnológico, Centro UPC-IRTA. Rambla Pompeu Fabra 1, 08100 Mollet del Vallés.

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología. Universitat Politècnica de Catalunya. Parc Mediterrani de la Tecnologia, Edificio D4. 08860 Castelldefels. *Email: xavier.flotats@upc.edu.*

<sup>3</sup> Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallés Occidental. Ctra. N-150, km. 15, 08227 Terrassa. *Email: eburgos@ccvoc.cat*

### RESUMEN

El proceso de digestión anaerobia de la fracción orgánica de residuos municipales (FORM) es uno de los más idóneos para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el aprovechamiento energético de estos residuos, en el marco de un esquema de reciclaje de nutrientes y máxima valorización material y energética de los residuos como recursos. Hoy en día existen suficientes experiencias para afirmar que la producción de biogás depende más de la calidad de la materia orgánica entrada a digestión que de la tecnología utilizada en el proceso. La máxima valorización material, con reciclaje de nutrientes, y energética, mediante digestión anaerobia, se consigue con residuo orgánico segregado en origen y recogido de forma diferenciada. La calidad de esta fracción depende básicamente de la participación ciudadana, jugando este factor un papel determinante en la operativa de las plantas de tratamiento de la fracción orgánica. Sensible al hecho que la formación, la educación ambiental y la sensibilización ciudadana son factores de importancia, y a la premisa de que las plantas de tratamiento han de colaborar en la formación de las generaciones presentes y futuras, el Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallés Occidental (Cataluña) ha habilitado un laboratorio de prácticas docentes de digestión anaerobia, en la planta de digestión y compostaje de Can Barba (Terrassa), dirigido a Centros de Educación Secundaria con el objetivo que los alumnos se familiaricen con las prácticas de gestión de residuos. En la presente comunicación se describe la planta de tratamiento de FORM de Can Barba (Terrassa) y el programa de prácticas de digestión anaerobia, después de una reflexión inicial sobre la importancia y necesidad de obtener fracciones orgánicas de alta calidad, para asegurar la adecuación de procesos que posibiliten el reciclaje de esta fracción como recurso agronómico y energético.

### Introducción

La recogida representa el primer tratamiento al que es sometido el residuo municipal (Cecchi *et al.*, 2003), y tiene una influencia decisiva en las características del material, en la configuración de las etapas de tratamiento posteriores y en su eficiencia.

En todo el proceso de toma de decisiones relativas a la implantación del sistema de recogida, segregación de flujos y adopción de la tecnología apropiada a cada flujo, con toda la complejidad que este proceso comporta, el subconjunto de decisiones limitantes que afectan a toda la configuración posterior del esquema de gestión se realiza dentro del volumen de control definido por cada domicilio particular. La eficiencia en la clasificación y separación de residuos orgánicos en el seno de una cocina, por parte de un ciudadano en su domicilio particular, es muy superior a la de cualquier sistema de alta tecnología que deba realizar esta separación a partir de residuos mezclados o de fracción resto.

Las diferentes características de la fracción orgánica en función de su origen o método de recogida y selección afectan a su contenido en materia orgánica biodegradable, potencial de producción de biogás y contenido en materiales impropios. Estas características afectan al balance económico de las instalaciones de gestión de residuos orgánicos en tres aspectos, a grandes rasgos:

1. Costes de inversión, siendo más elevados conforme más etapas de pretratamiento se han de aplicar para obtener una fracción orgánica con el mínimo de materiales impropios posible. Las etapas de pretratamiento y separación mecánica de fracción orgánica inciden a su vez en los costes por consumo de energía y de operación en general.
2. Ingresos por venta de energía obtenida a partir del biogás producido durante el proceso de digestión anaerobia, los cuales afectan a los costes netos de operación.
3. Ingresos o costes debidos a la gestión del compost producido, el cual dependerá en gran manera del aspecto y contenido de materiales impropios.

Los tres aspectos anteriores están interrelacionados. En general, si bien cada una de las diferentes tecnologías de digestión anaerobia (seca – húmeda, mesofílica – termofílica, una fase – dos fases, etc.) presentan ventajas e inconvenientes en función de las características de la materia orgánica a tratar y de los parámetros operacionales que se adopten, la productividad en biogás y energía depende significativamente del origen de la fracción orgánica, presentando una mayor biodegradabilidad y potencial energético la obtenida por separación en origen (Hartmann y Ahring, 2006). Esta constatación también está bien documentada en un análisis de plantas de digestión anaerobia de residuos municipales en Italia, realizado por Bolzonella *et al.* (2006). Estos autores hacen notar que aparte del mayor beneficio técnico y económico que supone una mayor productividad energética, operar con fracción orgánica separada en origen aporta el beneficio de facilidad en el uso posterior del compost.

En un análisis económico comparativo de 6 plantas de digestión anaerobia de FORM en Dinamarca, realizado por Hartmann (2003), sólo una presentaba unos ingresos por biogás superiores a los costes de operación. Esta planta, en Grindsted, se caracterizaba por un sistema de digestión húmedo, una etapa, separación en origen, recogida en bolsas de papel y un sistema de pretratamiento en planta simple, con una concentración baja de materiales impropios (del orden de 1%), lo que permitía un uso agrícola posterior. También se caracterizaba por una inversión decidida en participación ciudadana por parte de las autoridades municipales (Bro, 2005). Las otras instalaciones analizadas presentaban valores de materia orgánica perdida en el pretratamiento de separación mecánica de hasta el 45% y un tratamiento finalista por incineración o depósito por imposibilidad de reciclaje en sistemas agrarios del compost producido (Hartmann, 2003).

La experiencia de Grindsted (Dinamarca) es un ejemplo paradigmático de metodología de toma de decisiones por parte de las autoridades municipales, las cuales evaluaron que la minimización en los costes de gestión de los residuos dependía de su capacidad para conseguir la participación ciudadana en el sistema de separación y recogida. Un elemento clave posterior fue la información periódica al municipio sobre los beneficios económicos que suponía esta participación. Otro factor a considerar en la evaluación de los ingresos netos de esta instalación es el co-tratamiento (co-digestión anaerobia y co-compostaje) con otros residuos orgánicos producidos en el municipio (lodos de la planta depuradora y residuos orgánicos industriales), que aparte de los beneficios económicos asociados incide en una gestión integral e integrada de los residuos (Bro, 2005).

Hoy en día hay suficientes ejemplos en España sobre las diferentes características de la fracción orgánica en función del sistema de separación y recogida, y sobre la facilidad de operación y calidad de los productos finales obtenidos (Huerta *et al.*, 2010; Moreno y Moral, 2008), y en general existen suficientes experiencias para afirmar que la producción de biogás depende más de la calidad de la materia orgánica entrada a digestión que de la tecnología utilizada en el proceso. Esta constatación ha de hacer reflexionar sobre la conveniencia de aplicar la digestión anaerobia a fracciones con elevado contenido de materiales impropios que imposibilite el posterior reciclaje en sistemas agrarios, después de una estabilización final aerobia. La máxima

valorización material, con reciclaje de nutrientes, y energética, mediante digestión anaerobia, se consigue con residuo orgánico segregado en origen y recogido de forma diferenciada. La calidad de esta fracción depende básicamente de la participación ciudadana, de manera que pueden ser más limitantes para el éxito de los programas de gestión de residuos los aspectos organizativos y de participación que únicas inversiones en tecnología. Una alta calidad de los materiales puede permitir, también, la codigestión con otros residuos orgánicos susceptible de uso agrario, posibilitando que las plantas de digestión y compostaje sean centros de gestión integral de residuos orgánicos en su zona geográfica de influencia. Para estos objetivos, la educación ambiental y la concienciación ciudadana juegan un papel determinante, y las plantas de tratamiento de residuos han de convertirse en centros implicados en esta formación y en la generación de información que permita ir avanzando en el paradigma del desarrollo sostenible, y particularmente en los aspectos de minimización en la producción de residuos y en las prácticas de segregación.

El pequeño esfuerzo individual en la separación domiciliar y el esfuerzo institucional en su recogida selectiva, se traducen en una mayor contribución energética renovable, unas menores emisiones de gases efecto invernadero y una mayor simplicidad en el proceso de tratamiento. No siempre el ciudadano es consciente de este hecho y debe recurrirse a campañas de sensibilización. A pesar de estas campañas, se considera que la efectividad se notará paulatinamente conforme este conocimiento se vaya introduciendo en la cultura tecnológica del país.

Las plantas de tratamiento de residuos han de poder ofrecer su capacidad técnica para ir modificando las percepciones ciudadanas y contribuir a la mejora de la cultura técnica, en un contexto de desarrollo basado en la sociedad del conocimiento. En definitiva, contribuir a que los ciudadanos perciban las instalaciones de gestión de residuos como algo de su competencia. También han de servir para incrementar el conocimiento y mejora de la formación científica y técnica de los estudiantes de diferentes niveles formativos.

Sensible a los objetivos anteriores, el Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallés Occidental (CGRVOC, Barcelona), ha habilitado un laboratorio de prácticas docentes de digestión anaerobia, en la planta de digestión y compostaje de Can Barba (Terrassa), dirigido a Centros de Educación Secundaria con el objetivo que los alumnos se familiaricen con las prácticas de gestión de residuos y determinen los potenciales de producción de biogás, según diferentes circunstancias, y comprueben que estos potenciales dependen básicamente de la calidad de la materia a digerir, y que ésta depende de las prácticas de segregación de fracciones en propio domicilio. Las prácticas de laboratorio organizadas pretenden abordar la temática con rigor científico, haciendo asequible el lenguaje técnico a estudiantes de bachillerato.

### **El Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallès Occidental**

La Comarca del Vallès Occidental ha experimentado en los últimos años un verdadero giro en la estrategia del tratamiento de residuos municipales. Este giro ha propiciado un cambio de modelo y ha ido más allá de la propia gestión, dibujando una estrategia global de tratamiento de los residuos, que implica desde la ciudadanía hasta las instituciones locales, pasando por las empresas y los colectivos sociales.

El Consorcio se constituyó el 13 de noviembre de 2001. En diciembre de 2005, con la incorporación de la Agència de Residus, se impulsa el cambio de modelo en la gestión de residuos.

A finales de 2006 se aprueba el Plan de Gestión Integral de Residuos Municipales (PGIRM), que asume el paso de una situación donde el único destino era el depósito controlado hacia un modelo donde la totalidad de los residuos son tratados antes de la disposición final. El ente supramunicipal ha hecho de la prevención de los residuos su gran reto, elaborando diferentes líneas de actuación para promover activamente el fomento, la divulgación y la sensibilización sobre los residuos, la recogida selectiva y el reciclaje.

El Consorcio ha planificado la gestión y el tratamiento de residuos, impulsando la construcción, la gestión y el mantenimiento de las instalaciones necesarias para las operaciones de tratamiento de residuos municipales.

Para conseguir los objetivos del PGIRM, el plan prevé el desarrollo de diferentes infraestructuras de tratamiento de residuos que se dividen por fracciones:

1. Fracción Resto: Centro de Tratamiento de Residuos del Vallès (CTR)
2. Fracción Orgánica: Planta de biometanización de Can Barba, que se detalla en el apartado siguiente
3. Fracción Voluminosos: Planta de valorización de residuos voluminosos
4. Disposición final: Depósito controlada de "l'Argilera Elena"

### La planta de Can Barba

La Planta de Biometanización de Can Barba, situada en Terrassa (Vallès Occidental, Cataluña), dedicada al tratamiento específico de la materia orgánica recogida selectivamente, se inició a plena capacidad el año 2003 como una planta de compostaje y vivió un proceso de mejora durante el año 2006, con la incorporación de una planta de biometanización. Actualmente da servicio a 15 municipios del Vallès Occidental (646.776 habitantes). En el año 2009 se trataron 18.005 toneladas de materia orgánica recogida selectivamente de los cuales se obtiene compost y biogás. Con la combustión del biogás se genera electricidad (en el año 2009 se generaron 3,5 MWh) para autoconsumo de la planta y venta a la red eléctrica.

Las características principales de la planta se detallan en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Características básicas de la Planta de Can Barba (Terrassa, Vallès Occidental)

Características	PLANTA BIOMETANIZACIÓN Y COMPOSTAJE
Capacidad	18.000 t/a FORM
Puesta en marcha	2002-Planta de Compostaje    Abril 2007- Planta Biometanización
Superficie construida	8200 m <sup>2</sup> (parcela 15.000 m <sup>2</sup> )
Potencia instalada	Potencia instalada: 474 kW
Tecnología	Área digestión anaerobia: Digestor DRANCO, por vía seca Compostaje: 6 túneles + pilas volteadas

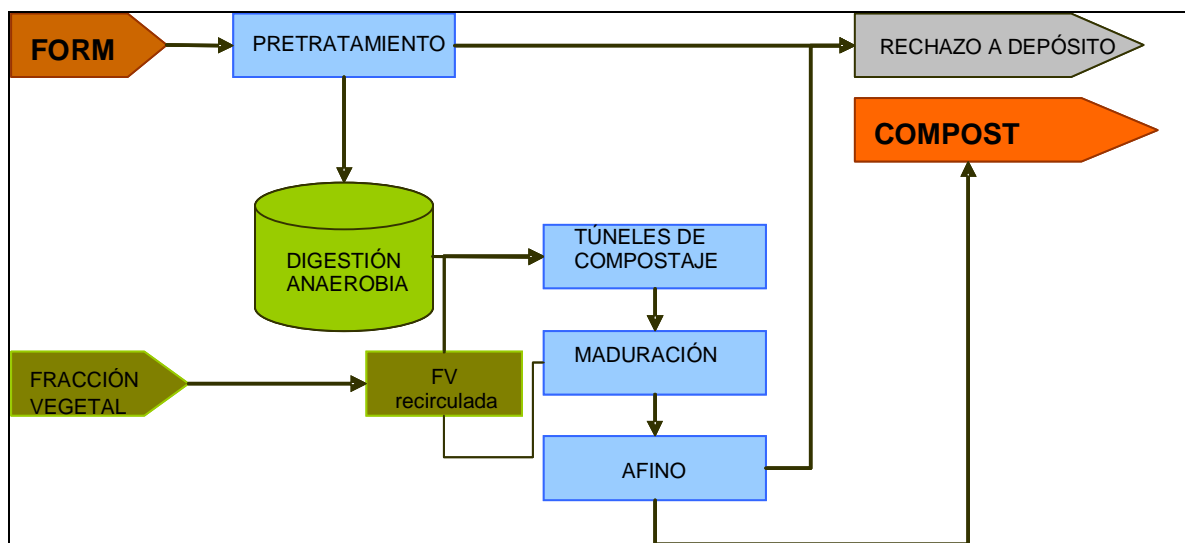


Figura 1. Esquema de la Planta de Can Barba (Terrassa, Vallès Occidental)

Los diferentes camiones de recogida llegan a la planta procedente de cada municipio, se pesan en la báscula y descargan en la playa de descarga, donde se realiza una inspección visual para retirar los impropios que se puedan observar. Mediante equipos mecánicos se realiza la separación de materia orgánica (que continúa su tratamiento hacia metanización), materiales valorizables (metales) e impropios (rechazo que se dirigen a depósito controlado).

Cabe destacar que, en Cataluña, la Agència de Residus realiza una caracterización trimestral en cada municipio para determinar el nivel de impropios entrante en la planta (esto determina la facturación de cada municipio, premiando aquel municipio cuyos habitantes realizan una mejor recogida selectiva). De la cantidad de impropios depende en gran medida la explotación y los costes de la planta. Una mayor cantidad de impropios puede suponer mayores reparaciones, atascos en las líneas (no preparadas para recibir cualquier tipo y medida de material), así como finalmente un compost de menor calidad (dificultando su salida al mercado), menor cantidad de biogás producido y mayor cantidad de material de rechazo que ha de ser gestionado en depósito controlado (implicando un aumento del coste de tratamiento por tonelada).

Después del pretratamiento, la FORM se acondiciona (trituration y homogeneización) para dirigirse al módulo de digestión, donde permanece durante un tiempo de residencia de 21 días en el digestor de vía seca termófilo (50°C), tipo DRANCO, de 1626 m<sup>3</sup> de volumen. Este digestor se caracteriza por ser de flujo vertical descendente, de carga superior, sin agitación interna y con una alta tasa de recirculación. Previo a la entrada del digestor, la FORM se mezcla con un material de aportación de carbono, incrementando la relación C/N de la mezcla y mejorando el perfil del proceso de digestión anaerobia. En esta planta, después de diversas pruebas con diversos tipos de material, se utilizan tierras de diatomeas residuales, utilizadas en procesos de refinado de aceites vegetales.

Mediante los motores de combustión se produce energía eléctrica, la cual se vende a la red eléctrica y cubre el autoconsumo de la planta, representado el 20% de la electricidad producida.

El digestato se homogeneiza con fracción vegetal y se dirige a uno de los 6 túneles de fermentación donde permanece 7 días. Posteriormente, el material es llevado a la nave de maduración formando una pila que es volteada periódicamente (2 veces/día). En esta nave el material permanece entre 4-5 días, consiguiendo una completa higienización y estabilización del compost.

El material estabilizado, se dirige a la nave de afino, donde se retiran las impurezas de menor medida. El compost final obtenido es apto para ser utilizado en la agricultura.

### **Prácticas de digestión anaerobia**

El objetivo es la contribución a la formación de estudiantes de enseñanza secundaria en el campo de la transformación biológica de residuos municipales, a través de actividades de prácticas sobre el proceso de digestión anaerobia, a realizar en las instalaciones de tratamiento de residuos orgánicos de Can Barba (Vallés Occidental, Barcelona). La actividad consiste en determinar la cantidad de biogás, o metano, que puede producir una muestra de residuo orgánico, observando que los resultados son función del tipo de residuo, de su origen y de su composición. Operando la planta de Can Barba en termofílico, las determinaciones experimentales de la práctica se realizan en paralelo en mesofílico y en termofílico, tanto por la facilidad en la obtención de inóculo como para poder comparar resultados.

#### *Fundamento teórico*

A fin de cumplir con el objetivo de la práctica, se dispone de un montaje como el indicado en la Figura 2.

Una mezcla formada por inóculo (residuo ya digerido con una concentración elevada de microorganismos), substrato (residuo problema a estudiar) y agua destilada se introduce en

una botella de vidrio de 1 litro. Estas botellas se cierran herméticamente y se introducen en un baño termostático (A). Se mantienen dos baños termostáticos, uno a 35 °C y otro a 55 °C, de manera que se puedan comparar los resultados para estos dos niveles de temperatura (régimen mesofílico y termofílico, respectivamente). Se prepara también una botella únicamente con inóculo, a fin de determinar la producción de biogás procedente de la materia orgánica residual remanente que pudiera contener, y así obtener la producción neta de gas del residuo problema como diferencia entre la medida y la producida por el inóculo. Antes de su cierre hermético, se desplaza el aire contenido en la botella con N<sub>2</sub> comprimido.

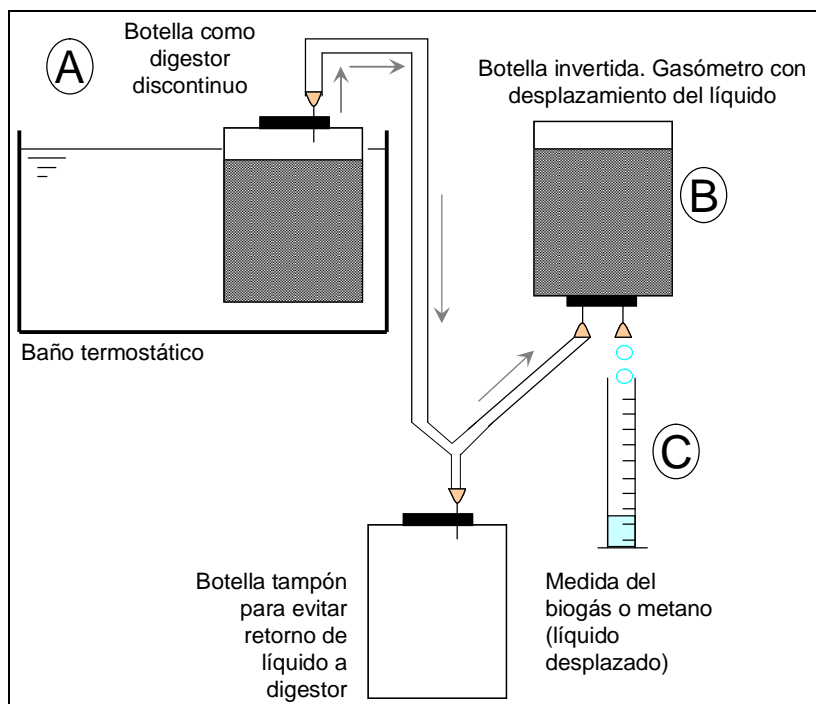


Figura 2. Esquema de una de las unidades experimentales

Por acción de los microorganismos contenidos en el inóculo, la materia orgánica del residuo problema se transforma en productos, uno de los cuales es biogás, constituido principalmente por CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>. Este gas es conducido hacia la botella invertida (B) que actúa como acumulador del gas. Esta botella contiene agua, la cual se desplaza hacia C en un volumen igual al biogás producido y acumulado en B, a presión atmosférica. Si la botella B contuviera una solución de NaOH, el CO<sub>2</sub> del biogás se absorbería en el medio líquido y se acumularía metano en la parte superior de la botella B, desplazando solamente hacia C el volumen equivalente de éste. Por razones de seguridad, no se utiliza la solución básica en B, aunque se explica el fundamento básico de la absorción de CO<sub>2</sub> en un medio básico.

El laboratorio está equipado con dos baños termostáticos con capacidad para 18 botellas (A, digestor discontinuo) cada uno, 36 unidades de gasómetro (B) y 36 probetas (C) para la recogida de agua desplazada y medida del gas producido. Dispone de pequeño circuito de N<sub>2</sub> comprimido (botella exterior) y tres lugares de trabajo donde cómodamente pueden trabajar tres grupos con cuatro estudiantes cada uno. Cada lugar de trabajo dispone de balanza y utensilios para la mezcla y llenado de las botellas. También se dispone de pequeño frigorífico para el almacén de las muestras de los residuos a estudiar y del inóculo recogido el día anterior.

### Operativa

Una clase de estudiantes, de hasta 24 alumnos, es recibida en la sala de educación ambiental de la planta y durante un tiempo máximo de una hora se exponen y discuten conceptos sobre la gestión de los residuos, sobre digestión anaerobia y sobre la práctica que realizarán.

Al finalizar la sesión anterior, la clase se divide en dos grupos, uno de los cuales se dirige al laboratorio y el otro queda en la sala, iniciándose la segunda sesión con una visita y explicación de la planta, pudiendo observar directamente como se realiza el tratamiento de la FORM en una planta de biometanización (obtención de composta y biogás). Al finalizar esta sesión, los dos grupos se intercambian, de manera que todos los alumnos hacen la práctica de laboratorio y visitan la planta. Finalmente, se obsequia a todos los alumnos con una pequeña muestra del compost producido en la planta de Can Barba.



Figura 3. Detalles del montaje experimental y del laboratorio

Los estudiantes del grupo que realiza la práctica del laboratorio se subdividen en diversos grupos que dispondrán del material necesario para realizar la práctica de laboratorio. Cada grupo prepara diferentes mezclas de inóculo, FORM y agua destilada (3 repeticiones de cada muestra), se tapan dejándolas preparadas como botellas-digestor, se introducen en el baño correspondiente (35°C si es mesófilo, o 55°C si es termófilo) y se conectan con botellas-trampa (botellas vacías anti-retorno).

Otro miembro de cada grupo, prepara la botella invertida (llena agua destilada y pinchando el séptum con una aguja) que actuará de gasómetro de la instalación. Finalmente, las botellas trampa se conectan a las correspondientes botellas invertidas con la aguja que empieza a gotear dentro la probeta.

Durante los días posteriores, personal asistente del laboratorio va anotando cada 2 o 3 días la evolución de las diferentes muestras para posteriormente emitir un informe con los resultados obtenidos. Asimismo, estos resultados son introducidos en la página web del Consorcio y se reproducen de forma gráfica los resultados correspondientes a cada experimento.

El personal asistente que participa en la preparación del material de la práctica, y realiza la posterior toma de datos, pertenece a una empresa de inserción social de la comarca.

Con estos datos se construyen las curvas de la producción de metano o biogás, como las mostradas en la Figura 4.

Estas curvas son diferentes entre ellas a causa de condiciones experimentales o residuos diferentes. Para llegar a la asíntota hay que esperar suficiente tiempo, del orden de dos semanas a un mes (15 días en la práctica realizada correspondiente a la Figura 4). El valor de la producción de biogás en la asíntota es el potencial de producción de biogás del residuo. En caso de utilizar poco inóculo, el tiempo aumentaría, en cambio si la cantidad es elevada y el sustrato muy biodegradable, se reduciría considerablemente.

#### *Soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje*

Los conceptos que se aprenden durante la práctica, ya sea en la operativa en el laboratorio o durante las sesiones explicativas o la visita a las instalaciones, ya forman parte de los planes de

estudio de enseñanza secundaria, pero los estudiantes no tienen usualmente la oportunidad de practicar o ver de forma directa las consecuencias prácticas de los conocimientos. Por ejemplo, la importancia del equilibrio entre el CO<sub>2</sub> y el bicarbonato en medio acuoso, y como éste afecta a la estabilidad del proceso de digestión anaerobia, o como afecta a la absorción del CO<sub>2</sub> en medio básico. O como la aplicación de la ley de los gases perfectos explica la acumulación del biogás en la botella gasómetro desplazando un volumen equivalente de agua. La posibilidad de trasladar estos conocimientos a situaciones prácticas, que además tienen implicaciones en la gestión de los residuos, es una oportunidad que se ofrece a los institutos de educación secundaria como soporte a la actividad de los profesores.

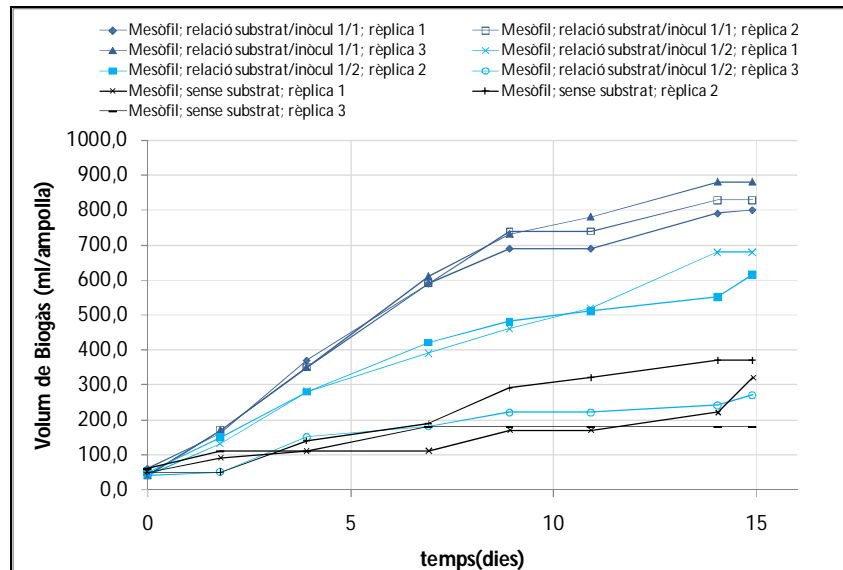


Figura 4. Ejemplo de gráfica de resultados de producción acumulada de biogás

En cada sesión se entrega la siguiente documentación:

- Dossier para los profesores
- Dossier para los alumnos, incluyendo un texto explicativo, las presentación powerpoint y la operativa de la práctica en el laboratorio
- Al final del curso académico, un informe con los resultados obtenidos.

### Expectativas

Las primeras sesiones se realizaron al final del curso 2009/10, con muy buena acogida por parte de los profesores y los alumnos que participaron en la primera experiencia. Durante el curso 2010/11, se inició con una práctica para profesores durante el mes de septiembre y se programan actividades con una periodicidad quincenal a mensual.

Con esta experiencia se pretende avanzar en la sensibilización sobre la importancia de los residuos orgánicos a los jóvenes, normalmente un grupo de población no siempre abordado en campañas y actividades de educación ambiental. La actividad intenta llamar su atención, mostrando la cara más técnica y científica que rodea al mundo de los residuos, una cara desconocida para muchos y que genera muchas oportunidades de trabajo.

A partir de esta primera toma de contacto con los institutos, se prevé crear una relación de colaboración con éstos para seguir desarrollando actividades de sensibilización de acuerdo con sus intereses pedagógicos y los objetivos de concienciación del Consorcio.

### Agradecimientos

La experiencia descrita ha sido cofinanciada por la Agencia de Residuos de Catalunya y el Consorcio para la Gestión de Residuos del Vallès Occidental. Para la realización de las diferentes



actividades de la práctica se cuenta con las siguientes colaboraciones: GIRO Centro Tecnológico, el cual ha diseñado la práctica y colabora en su ejecución y seguimiento; Emaús y CIPO, empresas de inserción socio-laboral que colaboran mediante aportación de personal asistente de laboratorio.

## Referencias

- Bro, B. (2005). Source sorting as basis for the successful anaerobic treatment of the organic fraction of municipal solid waste. En *Proceedings of the 4th International Symposium on Anaerobic Digestion of Solid Waste*, Ahring, B.K., Hartmann, H., Eds. Copenhagen, 31 agosto – 2 septiembre. Pp 27- 33
- Bolzonella, D., Pavan, P., Mace, S., Cecchi, F. (2006). Dry anaerobic digestion of differently sorted organic municipal solid waste: a full-scale experience. *Water Science and Technology*, 53(8): 23-32.
- Cecchi, F., Traverso, P., Pavan, P., Bolzonella, D., Inocenti, L. (2003). Characteristics of the OFMSW and behaviour of the anaerobic digestion process. En *Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Wastes*, Mata-Alvarez, J., Ed. IWA Publishing, London, UK. Pp 141-179.
- Hartmann, H. (2003). Anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste with recirculation of process water. PhD Thesis. BioCentrum-DTU. Technical University of Denmark.
- Hartmann, H., Ahring, B.J. (2006). Strategies for the anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste: an overview. *Water Science and Technology*, 53(8): 7-22.
- Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. (2010). *Compostaje de residuos municipales* [CD-ROM]: *control del proceso, rendimiento y calidad del producto*. Agència de Residus de Catalunya, Barcelona. ISBN 978-84-693-3036-4. Pps 330.
- Moreno, J., Moral, R. (eds.) (2008). *Compostaje*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. Pps 570.