

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2014

MEMORIA DEL PROYECTO Nº SV-14-GIJON-01-01

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Obtención de biogás a partir de la valorización de residuos alimentarios (A-BIOWASTE)

Investigadora responsable: Elena Marañón Maison

Tfno: 98 518 2027

E-mail: emara@uniovi.es

Otros investigadores: Leonor Castrillón Peláez, Yolanda Fernández Nava, Luis Negral Álvarez, Jesús Rodríguez Iglesias

Empresas o instituciones colaboradoras: ALIMERKA

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo (modifique y complete según corresponda)

La gestión de los residuos orgánicos en el sector de la distribución alimentaria supone un coste importante para las empresas y además, de acuerdo con la normativa en vigor, estos residuos deben valorizarse, evitando su deposición en vertederos. Considerando su alta biodegradabilidad, la valorización mediante digestión anaerobia es una alternativa que se está implantando en muchos países europeos, pero va con cierto retraso en España.

En este proyecto se valorizarán los residuos procedentes de la industria alimentaria, en concreto productos de carnicería, charcutería, pescadería, frutería, vegetales y panadería, actualmente desechados. La primera etapa será la caracterización de los distintos residuos generados. Mediante ensayos de biodegradabilidad anaerobia se determinará el potencial de producción de biogás de distintas mezclas de residuos, en condiciones mesofílicas (35°C) y termofílicas (55°C). Los biorresiduos se mezclarán teniendo en cuenta las proporciones en que se generen y tratando de buscar una relación carbono/nitrógeno adecuada para su biodegradación. A continuación se llevarán a cabo ensayos en digestores CSTR (de 5 litros de capacidad) y en IBR (de 20 litros) a la temperatura más favorable, según los resultados de los ensayos de biodegradabilidad, y se estudiará el comportamiento del proceso de digestión anaerobia con los residuos generados por la empresa, prestando especial atención a cómo afecta la variabilidad de la composición de las mezclas de residuos en la producción de biogás. El sólido digerido se estabilizará mediante aireación posterior por volteos periódicos analizándose la calidad del compost obtenido con el fin de evaluar su posible uso como fertilizante.

Los ensayos de digestión anaerobia a escala de laboratorio se complementarán con ensayos en planta piloto provista de un digestor de tipo IBR de 1.2 m³ de capacidad y de sistemas de alimentación y control, lo que permitirá obtener datos de gran interés por ser una tecnología más avanzada y con escasa implantación en Europa.

Con los resultados obtenidos se realizará un análisis crítico de las variables de operación implicadas en el proceso, producciones de biogás, necesidades

energéticas de la empresa y valorización del compost con vistas a su futura implantación a escala industrial.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución (modifique y complete según corresponda)

- Estudiar el efecto de la mezcla de los diferentes residuos generados por la empresa Alimerka en la producción de biogás (estudios de biodegradabilidad a escala de laboratorio).
- Analizar la influencia de las variables de operación (velocidad de carga orgánica, tiempo de residencia, concentración de sólidos en el digestor) y del tipo de reactor (CSTR e IBR) en el proceso anaerobio y en la producción de biogás (estudios en digestores a escala de laboratorio, en continuo).
- Evaluar las características del digestato y su posible aprovechamiento como fertilizante.
- Valorar la aplicabilidad del proceso y estudiar su viabilidad.

2.3 Tareas realizadas

Se indican a continuación las tareas realizadas a lo largo del proyecto hasta la actualidad:

HITO 1. ESTADO DE LA TÉCNICA

Tarea 1.1: Estado de la técnica de la digestión anaerobia de residuos

Se ha realizado una búsqueda sobre plantas existentes en Europa y en otros países que tratan principalmente este tipo de residuos, incidiendo sobre las tecnologías empleadas, condiciones de operación, producciones y aplicaciones del biogás y del digestato.

HITO 2: PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS BIORRESIDUOS PRODUCIDOS POR LA EMPRESA

Tarea 2.1: Caracterización de los diferentes residuos generados por la empresa

Alimerka

Se han caracterizado los residuos de pescado, cárnicos, verduras y frutas, charcutería y panadería. Los parámetros a determinar son: pH, sólidos totales, sólidos volátiles, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fosfatos, cloruros, relación C/N, acidez y alcalinidad y en algunos casos, ácidos grasos volátiles. También se ha realizado un análisis del contenido en hidratos de carbono, grasas, proteínas (soluble y bruta) y nitrógeno proteico.

Tarea 2.2: Ensayos de biodegradabilidad de diferentes mezclas de residuos generados por Alimerka

Se pretende conocer el potencial de metano de las mezclas de residuos generados por Alimerka. Para ello, se han realizado ensayos de biodegradabilidad con mezclas de todos los residuos producidos. Los residuos se mezclan de manera que la mezcla cumpla las proporciones en que dichos residuos se generan y también buscando una relación C/N óptima para el proceso de digestión anaerobia. Se ha estudiado el proceso a temperatura mesofílica (37°C) y termofílica (55°C). Para llevar a cabo estos ensayos

se utilizaron botellas de 2 L de capacidad, con tapón dotado de una salida para la recogida del biogás generado. En cada botella se han introducido muestras de diferentes mezclas de residuos junto con inóculo. Durante el proceso se ha medido el biogás producido diariamente y su composición (metano y dióxido de carbono). Los ensayos de biodegradabilidad se dan por finalizados cuando el reactor deje de producir biogás.

Las muestras iniciales se han caracterizado determinando sólidos totales y volátiles, pH, relación C/N, acidez y alcalinidad, fósforo y cloruros y también se ha caracterizado el sólido digerido (digestato) al final del proceso. Los resultados permiten obtener el potencial de metano de las mezclas de residuos y la eficiencia de la biodegradación.

Tarea 2.3: Ensayos de digestión anaerobia en continuo

Se han llevado a cabo estudios en digestores CSTR (5 litros) e IBR (20L), a temperatura termofílica, por ser la más favorable según los resultados de los ensayos de biodegradabilidad. Inicialmente, se ha llevado a cabo una fase de arranque durante la cual el reactor se ha llenado con inóculo y se ha ido alimentando con cantidades crecientes de la mezcla a tratar con el objeto de obtener una masa bacteriana aclimatada a las características de los residuos. Con los digestores aclimatados se ha estudiado la influencia de diferentes tiempos de residencia hidráulicos (TRH): 20, 25 y 30 días.

Para el seguimiento del proceso se han determinado periódicamente los mismos parámetros que en la caracterización y se ha medido el volumen diario de biogás generado, así como su composición (metano y dióxido de carbono, como componentes mayoritarios y sulfuro de hidrógeno, como componente minoritario).

HITO 3: VALIDACIÓN DEL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA EN PLANTA PILOTO

Tarea 3.1. Ensayos de digestión anaerobia en continuo a escala piloto

Actualmente se están llevando a cabo ensayos utilizando una planta piloto de 1.2 m³ del tipo IBR, lo que permitirá obtener datos de gran interés por ser ésta una tecnología más avanzada y con escasa implantación en Europa. La metodología a seguir en estos ensayos será la misma que la descrita en la Tarea 2.3.

El estudio permitirá conocer el efecto del cambio de escala (con respecto al reactor de 20 L).

2.4 Resultados obtenidos

Alimerka S.A. es una empresa española constituida en 1986 y que, fruto de una gran expansión, cuenta a día hoy con 173 establecimientos distribuidos en tres comunidades autónomas: Principado de Asturias, Galicia y Castilla y León. Como resultado de su actividad, genera 33.5 toneladas de residuos diarios.

Gracias al proyecto A-BIOWASTE, el Grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Oviedo está llevando a cabo un estudio para conseguir valorizar los residuos generados por Alimerka mediante la producción de biogás y el aprovechamiento del digestato resultante y cuyos resultados se muestran a continuación:

Resultados Tarea 2.1. Caracterización de los residuos

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos a partir de las caracterizaciones realizadas de los residuos generados por los establecimientos de Alimerka en cinco secciones distintas: carnicería, pescadería, frutas y verdura, charcutería y panadería. Se indican el promedio y la desviación típica resultantes de los diversos análisis realizados a lo largo del año para los siguientes parámetros: sólidos totales, sólidos volátiles, nitrógeno total, fosfatos, cloruros, alcalinidad y acidez volátil. Esta información nos permite conocer y tener en cuenta la variabilidad de la composición de los residuos frescos de Alimerka a lo largo del año.

Tabla 1. Resultados de las caracterizaciones de los residuos de productos frescos Alimerka.

PARÁMETRO	CARNICERÍA	PESCADERÍA	FRUTAS Y VERDURAS	CHARCUTERÍA	PANADERÍA
Sólidos Totales (g/kg)	429.6 ± 31.8	246.8 ± 20.9	136.6 ± 32.6	549.7 ± 54.0	374.5 ± 17.0
Sólidos Volátiles (g/kg)	405.8 ± 35.5	199.9 ± 28.9	126.4 ± 33.3	517.0 ± 56.8	360.4 ± 12.2
Nitrógeno total (g/kg)	9.6 ± 5.1	7.5 ± 3.7	1.7 ± 0.7	7.8 ± 0.0	2.6 ± 0.2
Fosfatos (mg/kg)	12.3 ± 11.2	15.4 ± 5.8	6.3 ± 4.1	0.6 ± 0.2	1.3 ± 0.9
Cloruros (mg/kg)	3.5 ± 1.3	4.2 ± 0.9	1.2 ± 0.5	16.9 ± 0.1	4.7 ± 0.4
Alcalinidad (g/kg)	3.1 ± 0.4	4.2 ± 0.4	1.4 ± 1.7	3.3 ± 0.7	2.2 ± 1.4
Acidez Volátil (g/kg)	2.1 ± 0.8	1.8 ± 0.9	1.9 ± 1.2	3.0 ± 0.5	1.7 ± 1.4

En la Figura 1 se refleja el contenido en hidratos de carbono, proteínas, grasas, humedad y otros componentes para cada tipo de residuo.

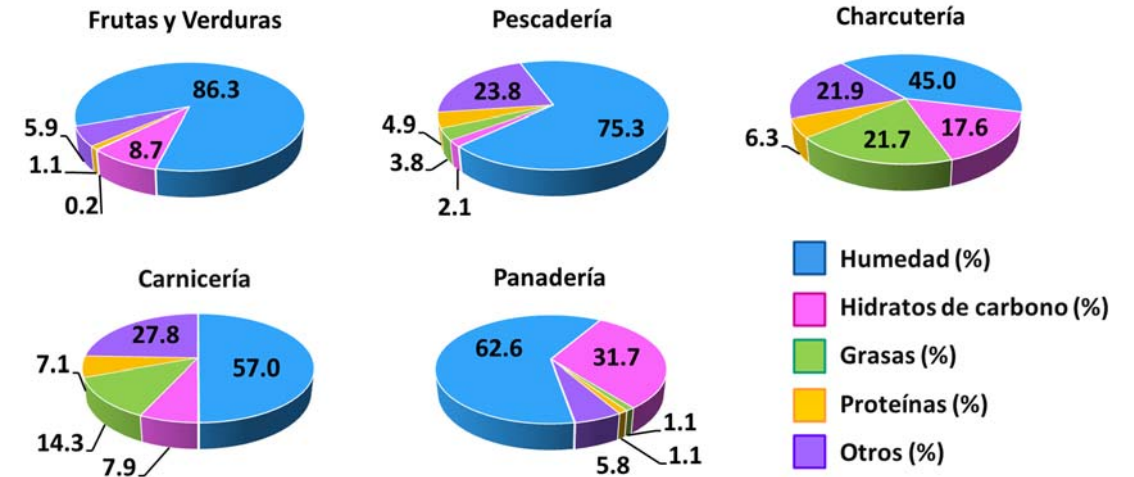


Figura 1. Contenido en hidratos de carbono, proteínas, grasas, humedad y otros componentes de los residuos de Alimerka.

Resultados Tarea 2.2. Ensayos de biodegradabilidad

Para evaluar el efecto de la mezcla de residuos en la producción de biogás se han realizado ensayos de biodegradabilidad introduciendo diferentes mezclas de residuos junto con inóculo en botellas (ver Figura 2)



Figura 2. Botellas de 2 litros de capacidad empleadas en los ensayos de biodegradabilidad.

Los resultados de los ensayos se recogen en la Figura 3 para los dos rangos de temperatura estudiados: mesofílico (35°C) y termofílico (55°C). En ambos casos se concluye que no se aprecia inhibición del proceso por parte de ningún tipo de residuo.

La mezcla de todos ellos produce a temperaturas mesofílicas el mayor volumen de metano. También a temperaturas termofílicas dicha mezcla conduce a una mayor producción de CH_4 , aunque en este caso también se observa una generación similar del gas cuando la mezcla no contiene residuo de frutas y verduras.

Asimismo, si comparamos ambos rangos de temperatura comprobamos que las mayores producciones de metano tienen lugar a 55°C.

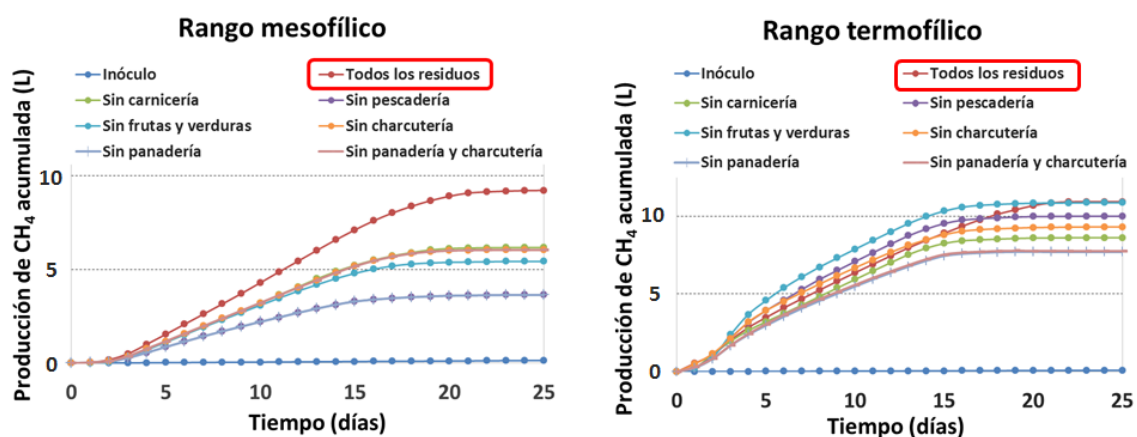


Figura 3. Representación gráfica de la producción de metano acumulado a lo largo de los 25 días de duración de los ensayos de biodegradabilidad, para temperaturas mesofílicas (izq.) y termofílicas (dcha.).

Resultados Tarea 2.3. Ensayos de digestión anaerobia en continuo

Teniendo en cuenta los resultados de la Tarea 2.2, los ensayos de digestión anaerobia en continuo se realizaron a temperatura termofílica y la mezcla de alimentación de los reactores estaba compuesta por los cinco tipos de residuos. Se mantuvieron las proporciones en que se generan los residuos y se realizó una dilución hasta el 10% en sólidos para evitar problemas de acidificación.

En la Figura 4 se muestran las dos tipologías de reactor empleadas en los ensayos realizados empleando tres TRH: 20, 25 y 30 días.



Figura 4. Tipos de reactor utilizados en los ensayos de digestión anaerobia en continuo: CSTR (izq.) e IBR (dcha.)

Como se ilustra en la Figura 5, el tiempo de retención hidráulico para el cual se produce una mayor cantidad de metano es de 25 días, independientemente de la tipología del reactor.

Por otro lado, para los tres TRH estudiados se observa que el IBR es, frente al CSTR, el tipo de reactor que, en cada caso, lleva a una mayor producción específica de CH_4 .

Cabe señalar, además, que para los seis ensayos en continuo realizados, la composición media del biogás fue del 60% en metano.

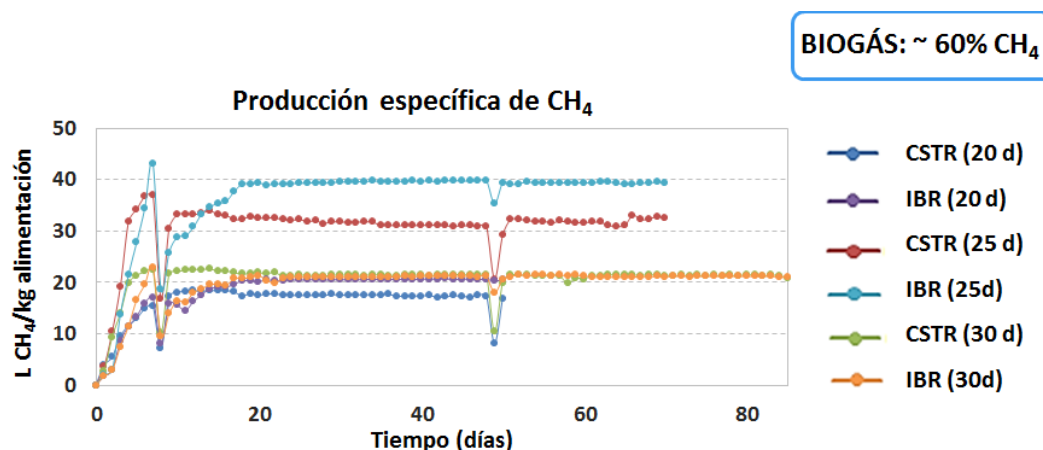


Figura 5. Representación gráfica de la producción específica de metano acumulado, en $\text{L CH}_4/\text{kg}$ alimentación a lo largo de los ensayos de digestión anaerobia en continuo a temperatura termofílica.

2.5 Trabajos o necesidades futuras

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Se ha presentado la siguiente ponencia:

Título: Methane potential of supermarket food waste
 Congreso: BIOTEC 2014, Madrid, 1-4 julio 2014
 Publicación: Proceedings (ISBN: 978-84-697-0726-5)

Con los resultados obtenidos se podrían realizar al menos tres artículos en revistas científicas, aunque se está valorando la posibilidad de solicitud de patente, por lo que hasta que se tome una decisión, no se procederá a publicar resultados.

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-14-GIJÓN-1.	4.500 €			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato: FUO-EM-016-14	31.250	4.800	11.200	2.250
Personal Becario	Nombre	LAURA MEGIDO FERNÁNDEZ			
	Tareas	Tareas 2.1, 2.2 y 2.3			
	Período	1 DE MAYO AL 31 DE OCTUBRE			

4. OTROS PROYECTOS O ACTIVIDADES FORMATIVAS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto	RECUPERACIÓN DE CO2 DE EMISIONES DE INCINERADORA DE RESIDUOS Y APROVECHAMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE MICROALGAS (RECO2VERY)
Referencia	RTC-2014-2109-5
Investigador/a/es principal/es	Elena Marañón Maison
Equipo investigador	José Manuel Rico Ordás Jorge Álvarez Sostres Yolanda Fernández Nava
Periodo de vigencia	12-12-2014 a 31-12-2017
Entidad financiadora	MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Cantidad subvencionada	99.040 €

Título del proyecto	INTENSIFICACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA DEPURACIÓN DE LOS LIXIVIADOS DEL VERTEDERO CENTRAL DE ASTURIAS MEDIANTE AIREACIÓN Y ULTRAFILTRACIÓN PREVIOS AL PROCESO BIOMEMBRAT (AIRMICROF)
Referencia	FUO-EM-054-13
Investigador/a/es principal/es	Elena Marañón Maison Ana Isabel Peláez Andrés

Equipo investigador	Leonor Castrillón Peláez Yolanda Fernández Nava Luis Negral Álvarez Iván Lores Ovies Victoria Mesa Salgado
Periodo de vigencia	16-04-2013 a 15-04-2014
Entidad financiadora	COGERSA
Cantidad subvencionada	40.000 €

Título del proyecto	ENSAYOS A ESCALA DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LA DISMINUCIÓN DE CARGA ORGÁNICA Y RENDIMIENTOS DE OBTENCIÓN ELÉCTRICA CON PROTOTIPO DE ELECTROBIORREACTOR
Referencia	FUO-EM-277-13
Investigador/a/es principal/es	Leonor Castrillón Peláez
Equipo investigador	Elena Marañón Maison Yolanda Fernández Nava Luis Negral Álvarez
Periodo de vigencia	08-01-2014 a 07-06-2014
Entidad financiadora	INGEMAS
Cantidad subvencionada	7.260 €

Título del proyecto	ANÁLISIS DE LOS NIVELES Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO EN EL ENTORNO DE LA CENTRAL TÉRMICA DE ABOÑO
Referencia	FUO-EM-372-13
Investigador/a/es principal/es	Yolanda Fernández Nava
Equipo investigador	Luis Negral Álvarez Leonor Castrillón Peláez Elena Marañón Maison
Periodo de vigencia	18-11-2013 a 17-07-2015
Entidad financiadora	Hidroeléctrica del Cantábrico
Cantidad subvencionada	49.658 €

