



El proyecto europeo H2020 WaysTUP! da sus últimos pasos

El objetivo del proyecto WaysTUP! es crear nuevas cadenas de valor para la utilización de biorresiduos urbanos, como alternativa a la obtención de compost y energía. El proyecto tiene por finalidad mostrar una serie de nuevos productos fabricados a partir de los biorresiduos urbanos de diferentes orígenes como los residuos de pescado y carne, los posos de café, los restos orgánicos de origen doméstico, los aceites de cocina usados y otros materiales con alto contenido en celulosa.

Palabras clave

Biorresiduos urbanos, bioetanol, economía circular

Carlos Albarrilla, Gloria Sánchez
(Área Metropolitana de Barcelona-AMB)

Marcos Latorre, Caterina Coll
(Perseo Biotechnology SL)

ANTECEDENTES

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, establece como uno de sus objetivos el recoger separadamente para su valorización como mínimo el 50% en peso del total de los residuos municipales generados en 2035. Una de las fracciones a la que estamos obligados a separar y reciclar en origen o a recoger selectivamente son los biorresiduos. La vía de valorización de la materia orgánica más extendida a nivel estatal es la producción de compost o enmienda orgánica y la generación de energía en forma de calor y electricidad a partir del

biogás obtenido en digestión anaerobia. Sin embargo, el estudio de tecnologías emergentes que favorezcan otras formas de valorización de estos residuos orgánicos, ha de permitir diversificar la gestión futura para estos materiales.

ROL DE LA AMB EN EL PROYECTO WAYSTUP!

El Área Metropolitana de Barcelona (en adelante AMB) en su afán por minimizar el nivel de rechazo de sus instalaciones de tratamiento de residuos sólidos urbanos y plantas de tratamiento de aguas residuales, inició el estudio del reaprovechamiento de la materia



orgánica de los rechazos de las plantas de tratamiento de residuos con alto contenido en celulosa para convertirlos en productos de alto valor añadido. Para ello, el AMB se incorporó en el proyecto WaysTUP! (Value chains for disruptive transformation of urban biowaste into biobased products in the city context), enmarcado dentro del programa Horizon 2020 y formado por un consorcio que incluye 27 entidades públicas y privadas de 9 Estados Miembros. Se trata de un proyecto de innovación con un presupuesto total de 11.952.090 € (80% cofinanciado por la Comisión Europea) y de 3 años y medio de duración. El principal objetivo del proyecto es demostrar la incorporación de nuevas cadenas de valor para los residuos orgánicos municipales que permitan la producción de bioproductos de alto valor añadido.

El rol de AMB dentro del proyecto es el de suministrar residuos con alto contenido en celulosa para su transformación en bioetanol de segunda generación o avanzado, colaborar en la elaboración de una Guía para ayudar a los municipios europeos a aumentar la cantidad y la calidad de los biorresiduos recogidos selectivamente y evaluar y mejorar, en el ámbito metropolitano de Barcelona, el grado de aceptación de los productos obtenidos a partir de residuos orgánicos.

Con el fin de poder validar las diversas soluciones plantadas en el proyecto WaysTUP!, se operan simultáneamente 7 plantas pilotos que estudian los procesos y rendimientos en la obtención de bioproductos a partir de distintos biorresiduos, entre los que destacan gelatinas, carotenoides, bioplásticos como los polihidroxi alcanooatos (PHAs), larvas de insectos para alimentación animal, biosolventes como el bioetanol y el etil lactato y biochar que se utiliza como fertilizante.

FIGURA 1. Textil sanitario



FIGURA 2. Papelote de una planta de tratamiento mecánico biológico de residuos (Ecoparc 4)



FIGURA 3. Toallitas higiénicas de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR del Besós)

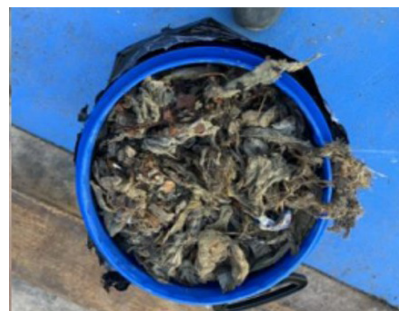


TABLA 1. Muestras analizadas por CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)

Composición	Textil sanitario				Papel				Toallitas higiénicas			
	06/11/2019		26/06/2020		06/11/2019		26/06/2020		06/11/2019		26/06/2020	
	% s.m.s	σ	% s.m.s	σ	% s.m.s	σ	% s.m.s	σ	% s.m.s	σ	% s.m.s	σ
Glucano	45.23	1.06	48.67	1.32	44.86	0.57	53.37	0.35	25.82	0.50	30.92	0.84
Xilano	4.13	0.54	4.22	0.19	7.28	0.10	7.88	0.15	2.97	0.05	3.90	0.04
Otros azúcares	4.76	0.76	11.59	0.4	5.25	0.22	3.93	0.16	2.74	0.4	5.8	0.29
Residuo insoluble en ácido	24.15	3.05	16.59	1.68	10.67	0.42	7.36	0.84	38.54	0.88	22.73	0.06
Cenizas	7.90	0.33	0	0.91	22.22	0.12	21.74	0.01	7.55	0.15	6.01	0.02
Nitrógeno	0.49	0.01	0.52	0.03	0.16	0	0.14	0.02	1.35	0.03	1.19	0.02
Humedad	48.34		44.81		23.80		30.19		61.89		62.52	

s.m.s.: sobre materia seca σ : desviación estándar

DESARROLLO TÉCNICO EN EL PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL

Los residuos que el AMB identificó como materiales ricos en celulosa y que actualmente no son valorizables en el mercado son el textil sanitario (mezcla de pañales, compresas y tampones, bastoncillos para los oídos, discos mamarios, toallitas húmedas, hilo dental,

pequeños residuos de curas domésticas), el papelote (papel de mala calidad que no puede ser reciclado) y la toallitas higiénicas extraídas en el desbaste de las depuradoras de aguas residuales. Para poder determinar la posibilidad de convertir dichos residuos en bioetanol avanzado se utiliza la planta piloto que dispone la empresa Perseo Biotechnology en la Alcudia, Valen-

FIGURA.4. Descarga de residuos en la instalación de tratamiento mecánico biológico de residuos municipales Ecoparc 4

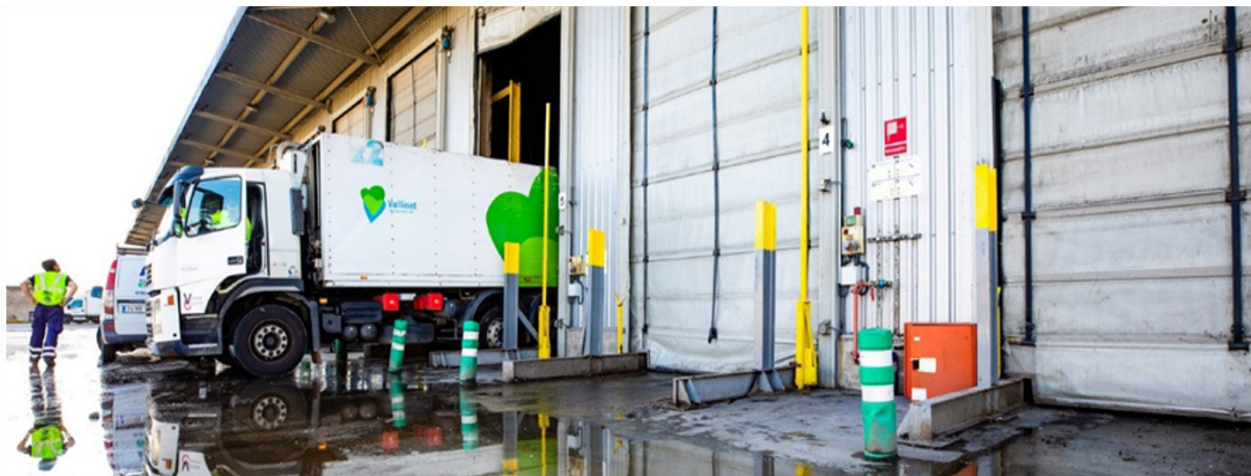


TABLA 2. Muestras de papelote analizadas por CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)

Composición	Papel 1 Sept 2021 % s.m.s.±σ	Papel 2 Nov 2021 % s.m.s.±σ	Papel 3 Feb 2022 % s.m.s.±σ	Papel 4 May 2022 % s.m.s.±σ	Papel 5 June 2022 % s.m.s.±σ	Papel 6 Oct 2022 % s.m.s.±σ	Papel 7 Dic 2022 % s.m.s.±σ	Valor promedio
Glucano	50.4 ± 1.3	53.5 ± 0.3	52.8 ± 1.9	49.1 ± 0.4	46.6 ± 3.0	56.9 ± 0.2	52.0 ± 0.6	51.0 ± 3.7
Xilano	7.2 ± 0.1	7.0 ± 0.1	7.0 ± 0.3	7.2 ± 0.3	8.3 ± 0.5	7.4 ± 0.1	7.8 ± 0.1	7.2 ± 0.6
Otros Azúcares	3.5 ± 0.1	2.4 ± 0.1	3.7 ± 0.2	3.6 ± 0.1	2.5 ± 0.2	2.7 ± 0.2	3.8 ± 0.1	3.4 ± 0.8
Residuo insoluble en ácido	18.2 ± 0.3	13.2 ± 0.3	14.4 ± 0.5	10.9 ± 0.3	11.8 ± 1.4	17.8 ± 0.1	12.8 ± 0.1	13.5 ± 3.2
Cenizas	12.5 ± 0.2	10.7 ± 1.3	11.3 ± 0.3	11.2 ± 0.7	16.6 ± 2.1	12.4 ± 0.4	12.2 ± 0.4	12.9 ± 3.2
Humedad	30.4 ± 0.2	41.2 ± 0.2	37.1 ± 0.5	30.1 ± 0.2	23.7 ± 0.5	37.0 ± 0.1	34.8 ± 0.2	33.3 ± 5.2

FIGURA.5. Esquema de bloques del proceso Perseo de elaboración del bioetanol





cia, también socio del proyecto WaysTUP!. El bioetanol es un producto de elevado valor, que puede ser usado como biocombustible, principalmente, o bien como producto intermedio para la industria química. El bioetanol 2G o avanzado (procedente de residuos) tiene un valor en el mercado bastante mayor que el bioetanol 1G procedente de cereales o azúcar de caña y remolacha.

En una primera fase, se hicieron caracterizaciones de estas tres fracciones para ver su potencial en contenido de glucano, que es el precursor de la obtención de bioetanol y analizar el resto de parámetros relevantes.

Como se puede observar en la Tabla 1., las fracciones que presentan una composición de glucano más alta son el papelote con un 49,1% en promedio y el textil sanitario con un 46,95%. Sin embargo, el papelote tiene una menor humedad, lo que hace que su potencial de producción de bioetanol por tonelada de material tratado sea más elevado. Por ello, y porque es un material que se genera en mayores cantidades en las plantas de tratamiento de residuos se selecciona y se decide enviar papel de baja calidad como materia prima para alimentar el proceso de obtención de bioetanol.

En la Tabla 2. se muestran los resultados de las caracterizaciones de los distintos lotes de la fracción papelote enviados al piloto. El contenido de impropios en estos lotes variaba entre un 15 y un 20% de la muestra sobre el residuo húmedo y principalmente eran plásticos y textiles.

Para la obtención de bioetanol a partir del papelote de residuos municipales es necesaria una primera etapa de pretratamiento para la extracción de los materiales impropios, una segunda etapa de hidrólisis enzimática de la celulosa que contiene el papel, seguida de una fermentación alcohólica, una destilación y finalmente una deshidratación del bioetanol para que cumpla los estándares europeos.

En las pruebas piloto se ha obtenido un rendimiento de 180 litros de bioetanol por cada tonelada de materia prima seca alimentada (unos 135 litros bioetanol/T papel húmeda).

Este proceso también genera unos rechazos, tanto sólidos como líquidos, y el AMB ha estudiado el potencial de biometanización de estos flujos para valorizarlos mediante digestores anaerobios con el fin de producir biogás o biometano si se incluye una etapa adicional de purificación del biogás. Para determinar esta valorización se utiliza el siguiente procedimiento:

“Generamos bioetanol de segunda generación a partir de biorresiduos”.

Se caracterizan los sólidos totales (ST) y volátiles (SV) de la fase líquida y sólida, correspondientes a los rechazos del proceso de obtención del bioetanol. Se hicieron seis réplicas para cada muestra. Además, se analiza el contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) y alcoholes de la fase líquida, siendo el resultado de 7.1 g/L y 5.0 g/L, respectivamente.

Los resultados del potencial de generación de biometano se realizan mediante el método de densidad de gases y siguiendo los protocolos estándares internacionales.

FIGURA 6. Reactor de 10 m³ del pretratamiento del papel



Como se indica en la Tabla 4., la fracción líquida presenta un potencial de biometanización más alto que la fase sólida, 327 L CH₄/kg SV frente a 267 L CH₄/kg SV, siendo en cualquier caso valores similares a los obtenidos para otros biorresiduos urbanos.

La constante de degradación (k) es ligeramente más alta en la fase líquida que en la sólida, lo que quiere decir que se convierte más rápido en metano. La variabilidad del potencial de biometanización de la fase sólida se justifica por la presencia de impurezas y su heterogeneidad.

TABLA 3. Resultado de las caracterizaciones de los rechazos del proceso de obtención de bioetanol, realizados por la Universidad de Barcelona (UB)

Parámetro	Sólidos totales g ST/kg±σ	Sólidos volátiles g SV/kg ±σ	SV/ST (%)
Fase líquida	78.5 ± 0.2	59.4 ± 0.2	75.6 ± 0.1
Fase sólida	267.8 ± 3.2	231.3 ± 2.7	86.4 ± 0.5
Inóculo*	28.2 ± 0.1	20.0 ± 0.1	70.8 ± 0.1

TABLA 4. Resultado de los potenciales de generación de biometano de los rechazos del proceso de obtención de bioetanol, realizados por la Universidad de Barcelona (UB)

Parámetro	L CH ₄ /kg SV	k (día-1)	L CH ₄ /kg muestra	L CH ₄ /kg ST
Fase líquida	327 ± 8	0.25 ± 0.03	19	249
Fase sólida	267 ± 37	0.21 ± 0.021	62	230

FIGURA.7. Imagen de las instalaciones de Perseo Biotechnology





CONCLUSIONES

- Se ha estudiado la viabilidad de producir bioetanol avanzado a partir de tres rechazos de las plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos y las estaciones depuradoras de aguas residuales del área metropolitana de Barcelona. El glucano (celulosa principalmente) es el compuesto precursor de la generación de bioetanol. De las tres fracciones de rechazo, el papel de baja calidad y los textiles sanitarios, producen mayor porcentaje de glucano 49,1% y 46,95%, respectivamente. Por su parte el contenido en glucano de las toallitas higiénicas es algo más bajo 28,37%.

- El AMB ha enviado papelote, papel no apto para su reciclado y que actualmente va a un tratamiento de residuos finalista, a la planta piloto que Perseo Biotechnology dispone en la Alcudia, Valencia, con el fin de testear a nivel semi-industrial la capacidad de producción de bioetanol.

- El rendimiento de obtención de bioetanol para este papelote es de 180 L bioetanol/T de papel seco (135

"El AMB ha enviado papelote, papel no apto para su reciclado y que actualmente va a un tratamiento de residuos finalista, a la planta piloto que Perseo Biotechnology dispone en la Alcudia, Valencia, con el fin de testear a nivel semi-industrial la capacidad de producción de bioetanol"

litros bioetanol/T papel húmedo).

- Los rechazos que se generan en el proceso de transformación del papel de baja calidad en bioetanol se pueden valorizar mediante un proceso de digestión anaerobia, siendo el potencial de generación de biometano de la fase líquida de 327 L CH₄/kg SV y 267 L CH₄/kg SV de la fase sólida. 🌈



- Biomasa – Biogás
- Lodos Edar
- Fotovoltaica
- Gasificación de Residuos
- CO₂ alimentario
- Luz/Gas Pymes - Industriales
- Transporte de CO₂ y biomasa
- Energía sostenible

ESPECIALISTAS EN EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA INDUSTRIALES

Tercer productor independiente de energía eléctrica y térmica para la industria.

20 años gestionando activos propios, aportando soluciones de eficiencia energética basada en el Know How del Grupo, economías de escala y acceso privilegiado a mercados energéticos.

www.neoelectra.es

