



Asturias Paradise
Hub 4 Circularity
AsPH4C

INFORME DE ACTIVIDAD.

VISITAS DE ESTUDIO A PLANTAS PILOTO DE LA RED CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 9 de febrero de 2024

Máster en Ingeniería Química.
Máster en Biotecnología Alimentaria
Curso 2023 – 2024. Universidad de Oviedo.



Universidad de Oviedo



SEKUENS

Agencia de Ciencia, Competitividad Empresarial
e Innovación del Principado de Asturias

Tabla de contenido

1	Descripción de la actividad	3
2	Calendario de visitas	3
	<i>AGENDA</i>	4
3	Fichas de las Plantas Piloto	5
	<i>Planta piloto LANDFILL4 HEALTH</i>	5
	<i>Planta piloto HTC Carbonización Hidrotermal</i>	6
	<i>Planta piloto ENTOTAINER</i>	7
4	Informes de los alumnos.....	8
	<i>CADENAS DE VALOR CIRCULARES propuestas</i>	9

1 Descripción de la actividad

En el ámbito de las actividades relacionadas con el Asturias Paradise Hub 4 Circularity, en 2023 se puso en marcha una novedosa iniciativa de colaboración, facilitada por SEKUENS en el marco del convenio de colaboración firmado con la Universidad de Oviedo con fecha 8 de noviembre de 2023, consistente en la realización de visitas de estudio de alumnos de máster a una selección de plantas piloto de la red Circuitos de Valorización Integral del Hub. El propósito es orientar la atención de los futuros investigadores y tecnólogos hacia tecnologías de interés de la industria regional.

En la edición de 2024 participaron los alumnos matriculados en las asignaturas siguientes:

- Tratamientos Avanzados de Control de la Contaminación, del Máster Universitario en Ingeniería Química y
- Tratamiento de Efluentes y Residuos de la Industria Alimentaria del Máster Universitario de Biotecnología Alimentaria.

Las instalaciones visitadas fueron la planta piloto Landfill4Health de COGERSA, la planta piloto HTC de INCAR-CSIC y la planta piloto Entotainer de CAPSA, todas ellas ubicadas en el OPEN LAB de COGERSA.

Antes de la visita, se entregaron a los alumnos fichas explicativas que incluían el diagrama de flujo de cada instalación y una breve descripción de las operaciones y tecnologías que se reproducen. Durante la visita, recibieron una charla acerca de las principales aplicaciones de las tecnologías, así como de las actividades ensayadas relacionadas con la valorización de residuos y la economía circular y tuvieron la oportunidad de plantear preguntas respecto al equipamiento, operaciones y opciones de aprovechamiento. Como resultado de la visita, y en el marco de cada asignatura, los alumnos fueron requeridos a realizar un ejercicio sobre oportunidades de valorización en el tratamiento de aguas residuales del sector agroalimentario aplicando estas tecnologías y posibles combinaciones de las mismas, tema de interés tanto para los representantes de la planta piloto como para los profesores de la asignatura.

2 Calendario de visitas

La actividad se llevó a cabo el día **9 de febrero de 2024**, con salida desde la Facultad de Químicas. La visita a las plantas piloto se combinó con una visita general a las instalaciones de COGERSA en Serín.



AGENDA

10:00 Bienvenida y programa del día. COGERSA/SEKUENS (10')

10:10 **Tecnologías avanzadas de control de la contaminación en COGERSA** (35')

10:45 **Visita a la instalación. COGERSA** (75')

Ejemplos de tecnologías industriales para el control contaminación: Horno de incineración, Captación de biogás, Sistemas de recuperación de materiales (planta TMB -Tratamiento Mecánico Biológico-, planta envases, planta DA)

12:00 **Visita al OPEN LAB de COGERSA y presentación de las plantas piloto** (60')

Ejemplos de tecnologías innovadoras a escala piloto para el control de la contaminación:

12:00-12:20 **Planta Piloto Landfield4Helath**



Cultivo de microalgas a partir de aguas residuales
José Manuel Glez La Fuente. COGERSA (20')

12:20-12:40 **Planta Piloto HTC**



Carbonización Hidrotermal de residuos
Teresa A. Centeno. INCAR-CSIC (20')

12:40-13:00 **Planta Piloto Entotainer.**



Cría de mosca soldado a partir de residuos orgánicos
Erica García. CAPSA (20')

3 Fichas de las Plantas Piloto

Planta piloto LANDFILL4 HEALTH

02

Visitas Estudio

CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Máster Ingeniería Química. Universidad de Oviedo Cuso académico 2022-2023



Asturias Paradise
Hub 4 Circularity
AsPH4C

PLANTA PILOTO Landfill4Health

DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

El área de I+D+i de COGERSA cuenta con una instalación piloto para el cultivo de microalgas aprovechando el CO₂ y los nutrientes presentes en efluentes generados en otras instalaciones del Centro de Tratamiento de Residuos (CTR). Dicha instalación piloto es resultado del proyecto Landfill4Health (ref.: IDE/2017/000843) cofinanciado por el IDEPA y en el que participaron, junto a COGERSA, las empresas NEOALGAE e INGEMAS. Además, fueron colaboradores contratados para su desarrollo SERIDA, la Universidad de Oviedo y el INCAR-CSIC.

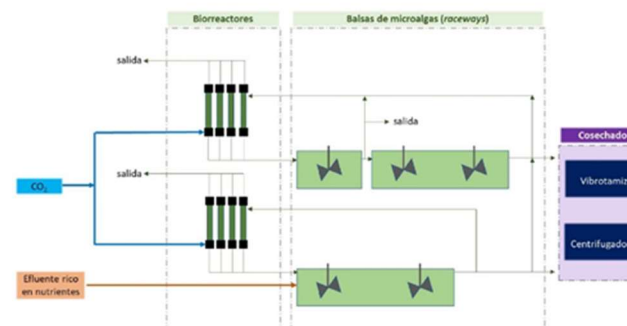
La planta piloto L4H se puso en marcha en la primavera de 2020 con un medio de cultivo controlado añadiendo fertilizantes químicos al agua, sobre el cual se vertió un inóculo de *Spirulina* de Neoalgae. Desde entonces, no se ha vuelto a emplear agua de red ni fertilizantes y los niveles y aporte de nutrientes se han conseguido aprovechando el agua de lluvia y medios de cultivo alternativos.



TECNOLOGÍAS QUE SE REPRODUCEN

La planta cuenta con dos balsas exteriores con un volumen de cultivo de 24,4 y 18,8 m³, respectivamente. Además, existe una balsa en el interior de un invernadero que puede contener aproximadamente 1,4 m³ de cultivo. El uso principal de esta balsa interior es para iniciar los cultivos de microalgas en una escala más pequeña y en condiciones más controladas. Desde él se pueden inocular cualquiera de las balsas exteriores. En el invernadero también se alojan 8 biorreactores cilíndricos (unos 100 L/columna), cuya función principal es facilitar el intercambio gas-líquido cuando se inyectan gases de combustión como fuente de CO₂ para el cultivo. Ese aporte de CO₂ provoca además una acidificación del cultivo que compensa la alcalinización debida al metabolismo de las microalgas. Un pH idóneo favorece que el cultivo crezca de manera óptima. Cada una de las balsas cuenta con dos carriles y un sistema de agitación mediante agitadores de espas para que las algas estén en constante movimiento y no depositen en el fondo. Además, esta agitación también permite la aireación del cultivo. Las balsas exteriores están conectadas entre sí, pero también con la balsa interior y los 8 fotobiorreactores.

DIAGRAMA DE FLUJO



DATOS DE INTERÉS

El interés de esta planta piloto radica en valorizar aguas residuales de COGERSA (e.g., permeado procedente de la planta de tratamiento, lixiviado de vertedero, digestato de la planta de biometanización) aprovechando los nutrientes que contienen y el propio medio líquido para evitar el consumo de agua de red. Las microalgas tienen capacidad de biofijar CO₂, por lo que el cultivo se alimenta con los gases de combustión que contienen este gas (5-8% de CO₂, mientras que en la atmósfera la concentración es en torno a 0,04%) y se extraen de: (1) la chimenea de la incineradora de residuos clínicos o (2) del colector de escape del motor de biogás. Las microalgas son una fuente renovable de biofertilizantes y bioestimulantes para la agricultura y también pueden ser utilizadas para otros fines como cosmética, pigmentos, etc. En la actualidad, en el marco del proyecto CERES ("Circular innovative technologies for transformation and resilience of agrifood sector", ref. AEI/10.13039/501100011033), COGERSA participa en la investigación para la obtención a partir de microalgas de biopolímeros, que pueden ser utilizados, entre otros fines, como plásticos de cubierta de cultivos.

CONTACTO EMPRESA: José Manuel González La Fuente, jefe de I+D+i: josemagl@cogersa.es
Laura Megido Fernández, técnica de I+D+i: lauramf@cogersa.es



www.idepa.es/innovacion/asturias-paradise-hub-4-circularity

04

Visitas Estudio CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Máster Ingeniería Química, Universidad de Oviedo Cuso académico 2023-2024



Asturias Paradise
Hub 4 Circularity
AsPH4C

PLANTA PILOTO DE CARBONIZACIÓN HIDROTHERMAL (HTC)

DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

En el área de I+D+i de COGERSA está ubicada una planta piloto de carbonización hidrotermal del INCAR-CSIC. Esta instalación se puso en marcha en 2020 gracias al acuerdo de colaboración suscrito entre ambas instituciones y la cofinanciación de la Dirección General de Biodiversidad de la Consejería de Infraestructuras, Ordenación del Territorio y Medioambiente del Principado de Asturias (subvención 18.07-443F-703.011) y de varios proyectos de investigación: CEMOWAS² (Interreg Sudoe), GICO (Horizon 2020), Agroalimentación 0 Emisiones (Misiones científicas del Principado), CERES (proyecto de colaboración público-privada), CONCORDE (Idepa, Proyectos de I+D en el Principado de Asturias), Gijón Eco-resiliente (Fundación Biodiversidad), etc.



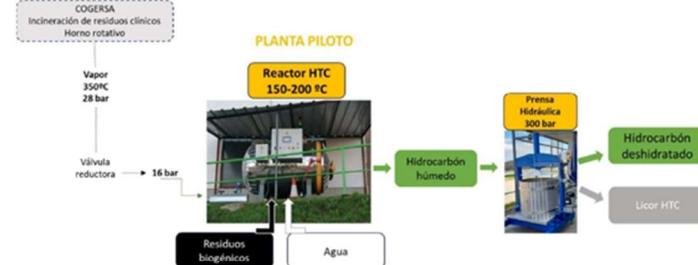
TECNOLOGÍAS QUE SE REPRODUCEN

La planta piloto HTC cuenta con un reactor autoclave de tipo estacionario horizontal de 2 m³ equipado con un contenedor extraíble con una capacidad de 1 m³. Las condiciones máximas de trabajo son 203 °C bajo una presión de 15.5 barg. El reactor dispone de un sistema automático de regulación de presión y temperatura para controlar tanto la operación como las rampas de calentamiento y enfriamiento.

Una singularidad de esta planta piloto reside en que aprovecha parte del vapor sobrecalentado que se produce en el horno que COGERSA posee para la incineración de residuos clínicos. Dicho vapor se encuentra a 28 bar y 350°C y una válvula reductora disminuye la presión a 16 bar antes de la entrada al reactor.

El equipo se completa con una prensa hidráulica vertical (300 bar) utilizada para la deshidratación del hidrocarbón producido.

DIAGRAMA DE FLUJO



DATOS DE INTERÉS

Esta planta piloto está diseñada para valorizar residuos biogénicos húmedos (e.g. lodos de depuradora, materia orgánica de residuos urbanos, materia orgánica bioestabilizada, residuos de madera, papel/cartón sucio, etc.) sin necesidad de recurrir a tratamientos de combustión. Sin presecado, el proceso HTC permite producir hidrocarbón con aplicaciones directas en diversos sectores, tales como enmienda/descontaminación de suelos, ingredientes en materiales de construcción, biocombustible, etc. La carbonización hidrotermal se puede emplear también como pretratamiento en otras transformaciones termoquímicas como la pirólisis y la gasificación. La fracción líquida (fase acuosa) o lícor HTC puede ser recirculada al proceso y también es susceptible de valorización dependiendo de sus características (digestión anaerobia, fuente de compuestos plataforma para la industria, etc.)

Publicaciones:

- Biowaste valorization via hydrothermal carbonization and evaluation of hydrochar as an amendment for soil remediation (4th International Conference Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts and Environmental Sustainability, 2023)
- Reducing cement consumption in mortars by waste-derived hydrochars (Journal of Building Engineering, 2023) DOI: 10.1016/j.jobe.2023.106987
- Exploring hydrochars from lignocellulosic wastes as secondary carbon fuels for sustainable steel production (Materials 2023). DOI: 10.3390/ma16196563
- Innovative particleboard material from the organic fraction of municipal solid waste (Journal of Building Engineering, 2021). DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103375

CONTACTO INCAR-CSIC: Teresa A. Centeno, investigadora científica. teresa.centeno@csic.es

CONTACTO COGERSA: José Manuel González La Fuente, jefe de I+D+i. josemagl@cogersa.es
Laura Megido Fernández, técnica de I+D+i. lauramf@cogersa.es



www.idepa.es/innovacion/asturias-paradise-hub-4-circularity

03

Visitas Estudio

CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Máster Ingeniería Química, Universidad de Oviedo Cuso académico 2023-2024

Asturias Paradise
Hub 4 Circularity
AsPH4C

PLANTA PILOTO DE ENTOTRAMIENTO (ENTOTAINER)

DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

El área de I+D+i de COGERSA acoge una piloto de bioconversión de residuos orgánicos con insectos (entoconversión o entotratamiento) gracias a un acuerdo de colaboración con CAPSA que surgió con motivo de la participación de ambas entidades en el proyecto Agroalimentación Cero Emisiones, financiado por el programa Misiones científicas del Principado. La planta piloto se instaló en COGERSA en 2023.

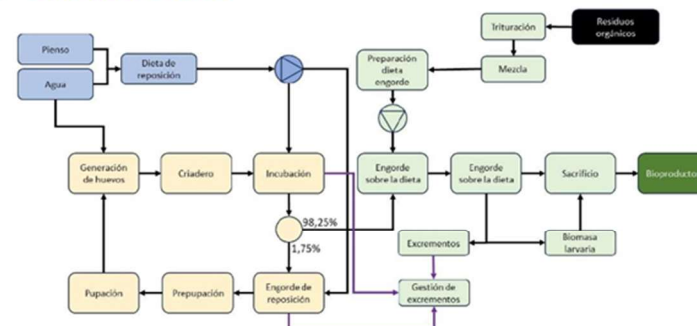


TECNOLOGÍAS QUE SE REPRODUCEN

La planta piloto está construida en un contenedor marítimo de 40 pies y 25 m³ (11,9 m de largo, 2,2 m de ancho y 2,2 m de altura) y cuenta con varias zonas diferenciadas: 1) área de 2,2 m² para maquinaria que incluye descalcificador, calentador, y equipo de climatización; 2) zona de 2,1 m² para vestuario y control con un SCADA para las condiciones climáticas en el interior; 3) laboratorio de 4,9 m²; 4) área de reposición de 5,2 m² donde se generan los huevos, se incuban, y tiene lugar el engorde y la pucación; 5) área de engorde sobre la dieta con 4,3 m² en la que se ubican bandejas de 150 litros; y 6) área de dietas de 6,1 m² con puertas traseras por donde se introducen los residuos en el entointainer y se localizan una hidro-limpiadora y el depósito de aguas grises del proceso. El contenedor permite mantener una temperatura de 28°C y una humedad relativa del 70% en las zonas de reposición y engorde.

La planta piloto está diseñada específicamente para la cría de mosca soldado negra o *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) que pertenece a la familia *Stratiomyidae*, que tiene un ciclo larvario en condiciones ideales de 15 días, aunque este período se puede extender hasta los 20-27 días al alterar el contenido nutritivo de la dieta cuando se incorporan residuos orgánicos.

DIAGRAMA DE FLUJO



DATOS DE INTERÉS

El interés de esta planta piloto radica en su capacidad para valorizar residuos biogénicos (e.g. lodos de depuradora, digestatos, materia orgánica de la bolsa negra, materia orgánica bioestabilizada, etc.) mediante una solución basada en la naturaleza (NBS) para producir bioproductos de alto valor añadido como harinas desgrasadas con un alto contenido proteico, ácidos grasos, emulsionantes, etc.

Más información: <https://entomoagroindustrial.com/>

CONTACTO COGERSA:

José Manuel González La Fuente, jefe de I+D+i.

josemagl@cogersa.es

CONTACTO CAPSA FOOD:

FOOD: Laura Megido Fernández, técnica de I+D+i. lauramf@cogersa.es
Rubén Hidalgo, director de ecosistemas de innovación y emprendimiento. ruben.hidalgo@capsa.es

emprendimiento, ruben.hidalgo@capsa.es



www.idepa.es/innovacion/asturias-paradise-hub-4-circularity

4 Informes de los alumnos

La actividad evaluable los alumnos se planteó en los términos siguientes:



VISITAS ESTUDIO PLANTAS PILOTO – 9 de febrero de 2024

De cara a poner en valor el potencial y versatilidad de las tecnologías ensayadas en las diferentes plantas piloto visitadas (Landfill4Health, Entotainer, HTC), y como ejercicio de integración de estas visitas con el contenido académico del máster, los alumnos deberán preparar un documento breve (300-500 palabras) en el que, por grupos de dos o tres personas, se reflexione sobre los siguientes aspectos:

Posibles aplicaciones las tecnologías mostradas en las plantas piloto vistas al tratamiento de aguas residuales de industrias agroalimentarias (se puede escoger alguna actividad de este sector en particular), indicando las principales modificaciones a realizar sobre el diseño original para adaptarse a las características esperables de este tipo de efluentes, a las necesidades de escalado, o a vencer dificultades de operación observadas con la configuración actual, prestando especial atención a las nuevas tendencias de economía circular.

Se valorará positivamente que se propongan opciones de combinación de estas tecnologías para crear circuitos de valorización integral.

Estos documentos serán evaluados de acuerdo con lo indicado en la asignatura en el ámbito de las tutorías grupales.

Tal y como se menciona en el convenio en el que se encuadra esta actividad, estos documentos serán entregados a las empresas propietarias de las plantas piloto en contraprestación a su participación en este programa.

La actividad se resolvió por grupos, cuatro de la asignatura *Tratamiento de Efluentes y Residuos de la Industria Alimentaria* del Máster Universitario de Biotecnología Alimentaria y uno de la asignatura *Tecnologías Avanzadas de Control de la Contaminación* del Máster Universitario en Ingeniería Química.

Los trabajos formularon propuestas de cadenas de valor circulares con distintos enfoques respecto a los residuos a tratar, los productos a obtener y la tecnología o combinación de tecnologías a aplicar.

CADENAS DE VALOR CIRCULARES propuestas

	Residuos	Tecnología	Mercado: Productos
GR1 - Biotecnología Alimentaria	Residuos procedentes de CADENAS DE SUPERMERCADOS	ENTOTAINER: entoconversión	Mercado agrario: • alimento animales, • fertilizantes orgánicos Sector industrial: • biogás (energía)
GR2 - Biotecnología Alimentaria	Emisiones de CO ₂	LANDFILL4HEALTH: cultivo de mciroalgas.	Alimentos personalizados: • nutrientes específicos (proteínas, vitaminas, minerales, ácidos grasos) • compuestos bioactivos
GR3 – Biotecnología Alimentaria	Aguas residuales y emisiones de CO ₂ de la industria agroalimentaria, p.e. LÁCTEA	LANDFILL4HEALTH: cultivo de mciroalgas.	Mercado agrario: • biofertilizantes y bioestimulantes • biomasa agroalimentaria Sector industrial: • captura CO₂ Mercado industrial: • productos cosméticos y farmacéuticos
GR4 - Biotecnología Alimentaria	Residuos de la INDUSTRIA GANADERA: estiércol + excrementos de moscas	HTC: carbonización hidrotermal + ENTOTAINER: entoconversión + LANDFILL4HEALTH: cultivo de mciroalgas.	Sector industrial: • biocombustible • captura de CO₂ Mercado agrario: • harina alimentación animal • enmiendas y fertilizantes para suelos Mercado industrial: • biopolímeros • productos cosméticos
GR5 - Ingeniería Química	Aguas residuales industria agroalimentaria, p.e. ZUMOS DE FRUTAS	HTC: carbonización hidrotermal LANDFILL4HEALTH: cultivo de microalgas	Mercado agrario: • enmiendas suelos Mercado industrial: • Compuestos fenólicos para la industria agroalimentaria • Compuestos plataforma industria química: plásticos de cultivo • Biorremediación de aguas