

Entidad beneficiaria: AINIA

Número de expediente: IMDEEA/2023/21

Programa: PROYECTOS DE I+D EN COLABORACIÓN CON EMPRESAS

Actuación subvencionable: IMDEEA-PROYECTOS DE I+D EN COLABORACIÓN CON EMPRESAS

Título del proyecto: REVALORIZA II: Reciclaje y revalorización de materiales biodegradables II

Subvención concedida: 154.477,50 EUR

Anualidades de ejecución del proyecto: 2023-2024

Objetivos y elementos innovadores

Objetivo general

Aplicación, adaptación y optimización de los métodos de reciclaje químico (depolimerización) puestos a punto durante REVALORIZA I sobre envases plásticos biodegradables (ej. PLA o PHAs) post-consumo (entorno real) con el fin de obtener compuestos que puedan ser empleados como building blocks en el desarrollo de nuevos polímeros biobasados y otros compuestos de valor añadido con aplicaciones en industrias afines al packaging (ej. químicos, envases, recubrimientos, adhesivos, etc.).

Objetivos específicos

- **Adecuación para el reciclaje de envases post-consumo** con y sin contaminación orgánica. Montaje y definición de la metodología experimental.
- Aplicación y optimización del **proceso de reciclado químico de PLA** - desarrollado en REVALORIZA I - a envases post-consumo (entorno real).
- Optimización del proceso de **hidrólisis de PHAs (depolimerización)** para la obtención selectiva de building blocks (continuación de los trabajos ya iniciados en REVALORIZA I).
- Puesta a punto de los procesos de **polimerización química (abiótica) para la obtención de PHAs** a partir de los building blocks derivados de los procesos de depolimerización.
- Definición, desarrollo y síntesis de **polímeros biobasados con propiedades avanzadas** (i.e. nuevos PHAs) mediante la aplicación de los procesos de polimerización abiótica. Para la definición de los nuevos polímeros se hará uso de **técnicas computacionales IA y ML**.

Elementos innovadores

- ❖ Validación del reciclado químico como alternativa de fin de vida para la valorización de bioplásticos contaminados.
- ❖ Validación de la aplicabilidad de los productos obtenidos durante la depolimerización de bioplásticos en diversas aplicaciones afines al packaging, como la deslaminación de films multicapa, la desinfección de superficies y la obtención de nuevos polímeros
- ❖ Implementación de tecnología computacional para el diseño racional de nuevos polímeros, permitiendo optimizar sus propiedades y funcionalidades de manera precisa y eficiente

Resultados

Principales resultados obtenidos

- **Desarrollo de un protocolo para la adecuación de envases bioplásticos contaminados a los procesos de depolimerización química.**

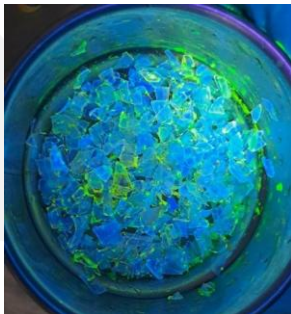
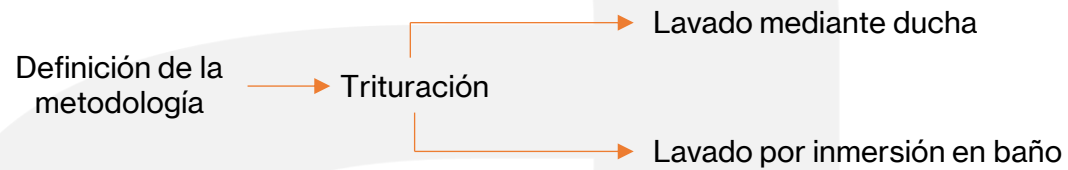


Figura 1. Bioplástico contaminado marcado con fluoresceína bajo lámpara UV.



Figura 2. Mezcla de café húmedo con granza de plástico



Grado de limpieza obtenido % contaminación eliminada de tomate frito (50% residuo)		
Ducha 5 L	Ducha 10 L	Baño 5,5 L
97,38	97,66	99,63

Grado de limpieza obtenido (% contaminación eliminada de café (80% residuo)	
Ducha 1 L	Baño 500L
100	100

Resultados

Principales resultados obtenidos

- Desarrollo de una metodología de reciclado químico (depolymerización) aplicada a envases reales contaminados de PLA y PHAs.
- Evaluación de la robustez de los procesos de depolymerización frente a contaminantes e impropios.
- Estimación de la viabilidad técnico-económica y comparación de los procesos a escala piloto (reactores de 8-16L).
- Validación de los productos obtenidos en aplicaciones afines al packaging: Deslaminación de films multicapa.



Figura 3. Ejemplos de envases y materiales estudiados

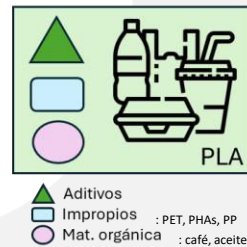


Figura 4. Ejemplo de metodología para la depolymerización de envases PLA contaminados

	Hidrolisis	Alcoholisis	Depolymerización reactiva
Solvente	Agua	Metanol	-
Bioplástico PLA	Ácido láctico	Lactato etilo	Lactida
Bioplástico PHAs	Hidroxibutírico + crotonico	3HBMe	Ác. crotonico



Figura 4. Deslaminación film multicapa



Figura 5. Reactores empleados para el escalado

Resultados

Principales resultados obtenidos

- Validación de cápsulas de café biodegradables en los procesos de reciclado químico
- Obtención de productos con propiedades antimicrobianas aplicables a procesos de desinfección de superficies metálicas e higienización de envases reutilizables.

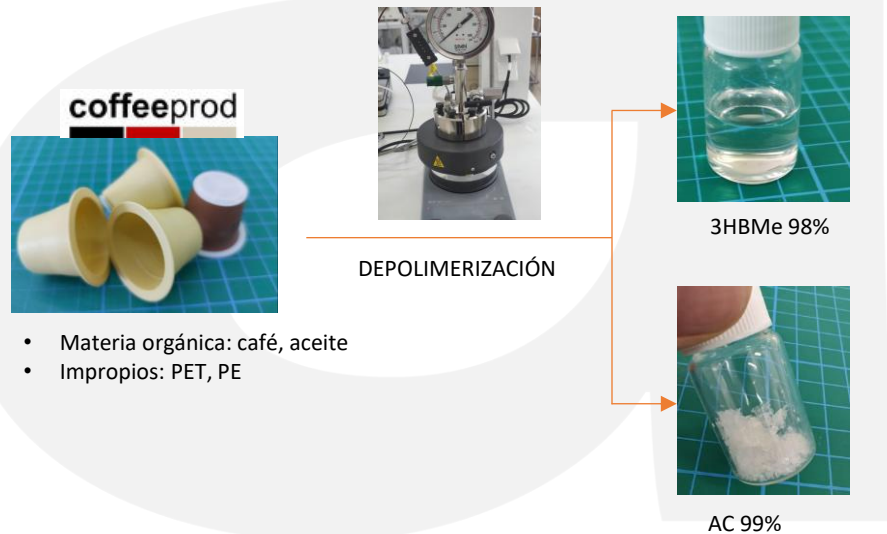
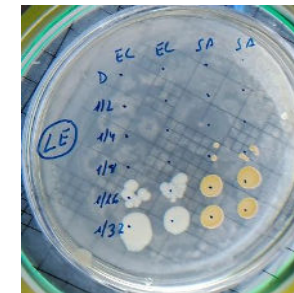


Figura 6. Reciclado químico de envases de PHAs contaminados

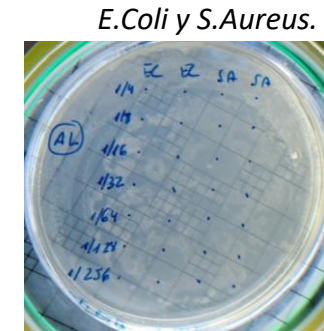
3HBMe= 3-hidroxibutirato de metilo;
AC= Ácido crotónico

Productos del
reciclado químico

Solución
desinfectante eficaz
para la limpieza y
descontaminación
de envases plásticos

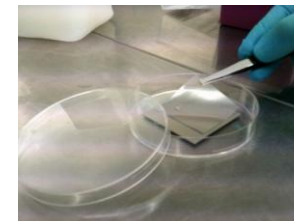


LE = Lactato de etilo



AL = Ácido láctico

25%
13%
6%
3%
2%
0.8%
0.4%



Eficacia antibacteriana <i>Escherichia coli</i> %Reducción	Eficacia antibacteriana <i>Staphylococcus aureus</i> %Reducción
(99,98%)	(>99,99%)

reducir >5logs de las bacterias - ISO 22196

Resultados

Principales resultados obtenidos

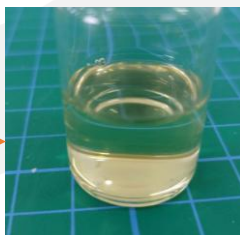
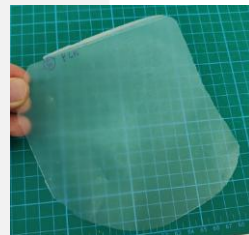
- Conocimiento y puesta a punto de procesos de polimerización química para la obtención de biopolímeros a partir de reciclado químico de envases post-consumo
- Conocimientos sobre técnicas computacionales, IA y ML y su aplicación en la modelización de biopolímeros



PLA

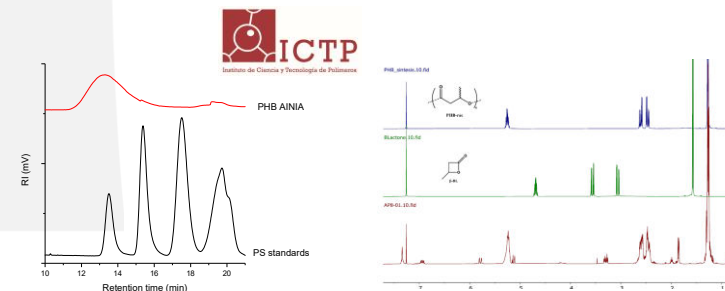
POLIMERIZACIÓN

PHAs



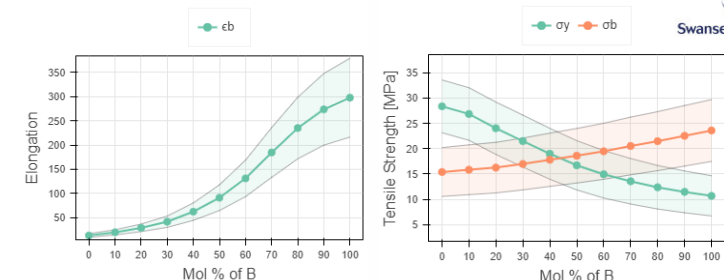
PHB

Material de partida:
Productos procedentes de
depolymerización química



Caracterización de PHB

	PLA	PHB
Mw (g/mol)	90.000 – 140.000	800 - 6000
Aspecto	Polvo blanco	Aceite
Metodología	R.O.P ainia	Policondensación R.O.P Modelización ainia ICTP Swansea University



Modelización propiedades mecánicas de PHBVs

Impacto empresarial

Contribución a la resolución de un problema o debilidad regional:

La transición hacia una economía circular y la consecución de los objetivos de emisiones netas cero para 2050 son imperativas para la sostenibilidad a largo plazo de la industria del packaging en España y, en particular, en la Comunidad Valenciana, donde el sector cuenta con una presencia significativa. Esta transformación exige una reducción drástica de la dependencia de materias primas fósiles y una transición hacia un modelo circular basado en materiales reciclados y biobasados. Si bien los biopolímeros presentan desafíos como una corta vida útil, un elevado coste y propiedades mecánicas limitadas, es necesario **desarrollar estrategias de valorización que prolonguen su ciclo de vida y reduzcan el coste de producción**. Además, la deslocalización de la producción de biopolímeros podría contribuir a una mayor disponibilidad y a costos más competitivos

IMPACTO EMPRESARIAL

- Propuesta de valorización de residuos de bioplásticos que preserve un alto valor añadido del producto original.
- Diversificación de aplicaciones potenciales de los productos obtenidos: disolventes verdes, descontaminación, deslaminado, higienización de superficies y reutilización de envases.
- Aplicación de metodologías computacionales e inteligencia artificial para modelizar polímeros y predecir propiedades de plásticos, recubrimientos, etc.

Medidas de información, publicidad y difusión realizadas

Tarea	Descripción	Fecha
Comunicación externa, online y redes sociales	Publicación y envío de 5 notas de prensa con más de 24 impactos en medios de comunicación	Septiembre 2023 Octubre 2023 Marzo 2024 Mayo 2024 Junio 2024
E-mail marketing	Envío Newsletter AINIA News a más de 20.000 suscriptores	Octubre 2023 Marzo 2023 Junio 2024
Relaciones Públicas	Participación en ferias del sector: Meeting Pack, Hispack, 24th IAPRI	10-11 abril 2024 7-10 mayo 2024 17-21 junio 2024
Comunicación interna	Publicación en canal interno AGORA y en VIVA ENGAGE (red social interna de AINIA)	Noviembre 2024 Junio 2024

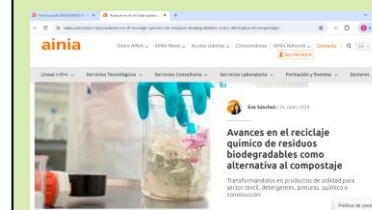
Más de
24
impactos
en prensa



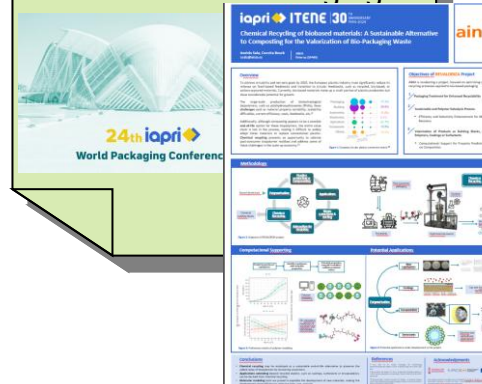
Newsletter AINIA NEWS



Notas de prensa



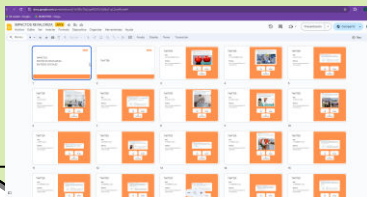
Comunicación en 24th IAPRI World Packaging



Medidas de información, publicidad y difusión realizadas

Tarea	Descripción	Fecha
Comunicación externa, online y redes sociales	Publicación de tres artículos de divulgación en la web de AINIA	Octubre 2023 Marzo 2023 Junio 2023
E-mail marketing	Envío Newsletter AINIA News a más de 20.000 suscriptores	Octubre 2023 Marzo 2023 Junio 2024
Relaciones Públicas	Participación en jornadas de AINIA	Marzo 2024
Redes sociales	Más de 30 publicaciones en redes sociales. Publicación video en youtube	Junio 2024

Más de 30 post en
redes sociales



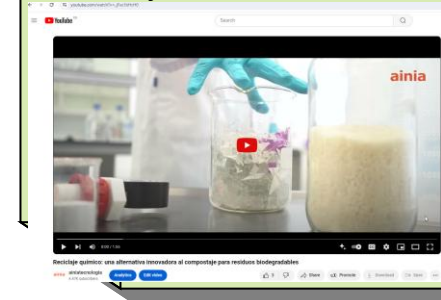
Ferias: Meetingpack e
Hispack



Web AINIA



Video youtube



CRITERIOS HORIZONTALES: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

- La actividad derivada del proyecto tiene una mínima interacción con el medio y se ha desarrollado bajo los elevados criterios de sostenibilidad del centro, y cumpliendo con las políticas horizontales de medio ambiente vigentes.
- AINIA está adherida al Pacto Mundial de Naciones Unidas para la sostenibilidad.
- La sostenibilidad ambiental constituye una de las líneas prioritarias de actuación de AINIA. Cuenta con la certificación de sistema de gestión ambiental ISO 14001:2015 y con la calificación como Entidad Valenciana Socialmente Responsable, con la correspondiente inscripción en el Registro SIR.

CRITERIOS HORIZONTALES: IGUALDAD DE OPORTUNIDADES

- El compromiso de AINIA en materia de igualdad de oportunidades se plasma en la elaboración e implementación desde 2009 de un Plan de Igualdad, ratificado por la Conselleria de Bienestar Social.
- En 2021 AINIA presenta su cuarto Plan de Igualdad (2021-2024) que, tras un diagnóstico de la situación, propone consolidar las medidas existentes así como implantar nuevas medidas y actuaciones en las diferentes áreas de actuación: selección y contratación, asegurando la igualdad de oportunidades de mujeres y hombres; conciliación y corresponsabilidad, manteniendo todas las medidas de flexibilidad y conciliación e introduciendo nuevas medidas como el teletrabajo, la ampliación de la ayuda para el cuidado de hijos/as, etc.; contratación, clasificación profesional, promoción y formación, potenciando nuevas medidas de evolución profesional y potenciación del talento emocional y técnico para toda la plantilla; salud laboral, comunicación, garantizando planes de comunicación en materia de igualdad y lenguaje no sexista, entre otras.

SINERGIAS CON OTRAS POLÍTICAS O INSTRUMENTOS DE INTERVENCIÓN PÚBLICA

Las líneas de I+D del proyecto están alineadas con:

• Estrategia de especialización inteligente para la investigación e innovación en la Comunitat Valenciana (S3-CV). Las actividades desarrolladas se pueden enmarcar dentro del **Entorno de especialización 1. Hacia una economía circular y baja en carbono**, en concreto dentro de la prioridad de especialización 1.1. *'Eco-innovación como palanca de competitividad'*, en los siguientes retos: *'Desarrollar procesos, productos y servicios innovadores basados en la economía circular y la bioeconomía'*, *'Desarrollar nuevos materiales para mejorar la eficiencia energética y la circularidad en los sectores productivos y el hábitat'*, *'Aumentar el número de iniciativas de simbiosis industrial y las soluciones basadas en la naturaleza a través de la innovación'* e *'Incorporar las industrias del diseño en la circularidad'*

• El PLAN ESTATAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, TÉCNICA Y DE INNOVACIÓN 2024-2027: [Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2024-2027 \(ciencia.gob.es\)](https://ciencia.gob.es/). Las actividades desarrolladas se pueden enmarcar dentro del Programa Estatal para afrontar las prioridades de nuestro entorno. Este proyecto se puede enmarcar en varias líneas estratégicas: **Materiales avanzados y nuevas técnicas de fabricación** (la cual engloba los ámbitos de actuación *'Materiales inteligentes y funcionales'* y *'Materiales sostenibles'*); **Alimentación, bioeconomía y medio natural** (que incluye los ámbitos de actuación *'Cadena agroalimentaria segura, salubre, inteligente y sostenible'* y *'Uso sostenible de recursos naturales orgánicos y materiales biológicos'*); y **Medio ambiente, clima y calidad del aire** (que engloba el ámbito *'Economía circular y gestión de residuos'*).