

RECICLAJE

Proyecto AGRO2CIRCULAR

Recuperación de plásticos de desinfección agrícolas para uso como plástico de alta barrera



BLASI MARTÍNEZ RUIZ

Responsable de laboratorio,
CENtro TECnológico del
Calzado y del Plástico (CETEC)



**FUENSANTA MONZÓ
SÁNCHEZ**

Responsable I+D de Sostenibilidad,
Circularidad y Calzado, CETEC
Coordinadora proyecto
Agro2circular

**ALEJANDRO
ARRIBAS AGÜERO**
Responsable de I+D+i en Ma-
teriales Avanzados, CETEC



**JOSÉ M^a BAÑOS
TUDELA**

Responsable Calidad
Laboratorio, CETEC



En la perspectiva de una agricultura circular más eficiente y sostenible, la recuperación y reutilización de los residuos plásticos son cuestiones clave para el futuro de los plásticos agrícolas. En España, CETEC dirige un proyecto europeo de investigación sobre la recuperación y reutilización de plásticos de desinfección. Blasi Martínez Ruiz, director de laboratorio del CETEC, presenta su trabajo y sus objetivos.



CETEC (<https://ceteccentrotecnologico.org/>) koordiniert das coordina el proyecto AGRO2CIRCULAR (agro2circular.eu), financiado por la Unión Europea dentro del programa marco de I+D H2020 grant agreement 101036838, que engloba a centros de investigación y empresas de diferentes países de Europa, para desarrollar una solución integral en la Región de Murcia (Sureste de España) que permita recuperar los residuos agrícolas y valorizarlos para incorporarlos como materia prima las cadenas de producción.

En concreto, los residuos procedentes de frutas y hortalizas se aprovecharán mediante extracciones sostenibles asistidas

por ultrasonidos, enzimas y microondas, para obtener fibras alimentarias, fenoles y carotenoides que serán utilizados en formulaciones alimentarias, nutracéuticas y cosméticas. Otro de los residuos que se recuperarán serán residuos plásticos de la industria agroalimentaria, entre ellos las bolsas asépticas y los films de desinfección.

BOLSAS ASÉPTICAS

Las bolsas asépticas de estructura multicapa serán recuperadas separando el aluminio y capas de PET/PE (tereftalato de polietileno/polietileno), mediante técnicas de separación



óptica y delaminación, que serán recicladas enzimáticamente para obtener ácido tereftálico y etilenglicol, utilizados en la obtención de polímeros PHBV (PoliHidroxiButilValerato) mediante rutas biotecnológicas.

Los residuos procedentes de los films utilizados en la desinfección de suelos de invernadero consisten en films barrera formados por multicapas de EVOH (etilen-vinil-alcohol), u otro polímero con buenas propiedades de barrera a los gases, que permiten una desinfección eficaz del suelo, como por ejemplo, film de fumigación de 5 capas de 40 mm compuesto por LLDPE-adhesivo-barrera-adhesivo-LLDPE. Estos films se someterán a un proceso de limpieza y descontaminación, y posteriormente tratados con aluminio procedentes de la deslaminación de los residuos de bolsas asépticas para obtener films de alta barrera para uso agrícola y alimentario.

Todo ello será controlado por un sistema de predicción e integración de datos que asegurará la trazabilidad del sistema mediante cadenas de bloque (block-chain). Además, el sistema se replicará en otras regiones europeas de Italia y de Lituania, respaldando un modelo de negocio circular, que maximice su replicabilidad y escalabilidad.

LOS FILMS DE DESINFECCIÓN

Los films de desinfección presentan habitualmente sustancias agroquímicas que contienen azufre o cloro, utilizados por los agricultores en las tareas de desinfección del suelo. Estos elementos, además de afectar a las propiedades del film y a su durabilidad, afectan a los posibles usos finales de los films barrera obtenidos. Si es posible eliminar tanto el Cl como el S, sería posible utilizar estos films barrera en aplicaciones alimentarias. Es, por tanto, fundamental determinar las cantidades de Cl y S presentes antes y después del proceso de lavado y descontaminación al que serán sometidos estos films de desinfección.

CETEC es un laboratorio de referencia en estas determinaciones, con varias décadas de experiencia en los análisis de estos elementos. Participó en el grupo de trabajo que desarrolló la "Directriz CEPLA 2012. Límites máximos de Azufre y Cloro en filmes de cubierta de invernadero", documento donde se compararon y validaron las técnicas de análisis de Cl y S en films de plásticos para agricultura, así como los límites máximos recomendados.

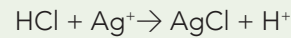
LA NORMATIVA EN JUEGO

Actualmente, estas determinaciones se realizan según la norma europea EN 13206:2017, que especifica los métodos de ensayo a utilizar para la determinación de los contenidos de cloro y azufre de las películas utilizadas.

En CETEC se realizan estos análisis mediante las técnicas de coulombimetría y de fluorescencia ultravioleta, según se describe a continuación:

- La cuantificación del cloro total se lleva a cabo por coulombimetría, vaporizando la muestra a temperaturas de entre 750 y 900°C en un tubo de pirólisis bajo una atmósfera de gas argón.
- A estas temperaturas, el Cl presente en el film se transforma en cloruro de hidrógeno (HCl). Ese HCl es arrastrado por el gas portador, en nuestro caso argón/oxígeno, para su desecación y limpieza, y por último pasa a la célula de valoración.

- Este método se describe en la norma UNE 53087-2:2005.
- La reacción que tiene lugar dentro de la célula al introducir el cloruro de hidrógeno es la siguiente:



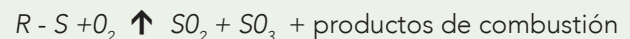
- En esta reacción se produce un cambio de potencial según la Ley de Faraday:

$$E = E_0 + RT/NF \ln [\text{Ag}^+]/[\text{Ag}]$$

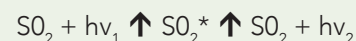
- Esta variación en el potencial genera iones Ag^+ debido a que dicha corriente electrolítica produce la siguiente reacción en el electrodo de trabajo de plata, permitiendo su valoración.



- Para la determinación mediante fluorescencia ultravioleta del azufre contenido en los films, se piroliza la muestra en un tubo a alta temperatura (de 800 a 1000°C) en un medio inerte de argón. Seguidamente, los compuestos formados con el S presente en la muestra se oxidan con gas O_2 .



- Irradiando con un rayo ultravioleta longitud de onda de 190 a 230 nm, el SO_2 gaseoso se excita (SO_2^*), para posteriormente emitir energía en forma de rayo ultravioleta fluorescente y volver a su estado fundamental.



- Este rayo ultravioleta fluorescente que se genera a una longitud de onda de 300 a 400 nm es recibido por un tubo fotomultiplicador transformándolo en un valor de área, lo que permite calcular la concentración de azufre por comparación con una curva de calibrado elaborada previamente con soluciones estándar de concentraciones conocidas.

OPTIMIZAR EL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN

CETEC, dentro del proyecto Agro2circular, realizará durante los próximos meses la selección y recogida de estos films multicapa de desinfección provenientes del sector agroalimentario. Tras las fases de homogeneización mediante triturado, lavado y depuración en extrusora a vacío, se realizarán "challenge test", se analizarán los films y se determinará el grado de efectividad del proceso de descontaminación desarrollado en estas primeras fases, lo que permitirá estudiar y concluir las condiciones óptimas del proceso de descontaminación para obtener plásticos de uso alimentario, que son el objetivo de esta parte del proyecto Agro2circular.