NUEVA TECNOLOGÍA DE POLIETILENO BIODEGRADABLE

Nueva Tecnología de Polioletileno Biodegradable

AUTORES:

Raquel Lasierra, Ingeniero Desarrollo Poliolefinas Film y Agricultura, Repsol.

Fernando Espada, Técnico Senior Poliolefinas Film y Agricultura, Repsol.

Juan Martin, Gerente Marketing Poliolefinas, Repsol

Narinder Bharj, CEO, AESL

Anatolij Fedorov, Jefe de Proyecto, AESL

Ana Montenegro, Gerente Asistencia Técnica y Desarrollo Poliolefinas, Repsol.

Introducción

Repsol Química presenta una nueva biotecnología para la obtención de polietileno biodegradable para su uso en Agricultura and Horticultura y más específicamente en la aplicación de acolchado.

Antecedentes

En 2013, la demanda global de film agrícola fue de 3.6 millones de toneladas, y se estima un crecimiento anual del 7% (2013-2020). En Europa, la demanda total de film agrícola fue de 550,000 toneladas, de las cuales el 25% se utilizan para acolchado, el 30% para invernaderos y el 45% para ensilaje. El 50% de todo el film de acolchado se localiza en el Sur de Europa. El acolchado es la técnica más utilizada para la protección de los cultivos en el mundo y el material más utilizado para la fabricación de estos films es el polietileno. A pesar de los beneficios agronómicos y medioambientales de esta aplicación, existe un serio problema de contaminación por acumulación si estos plásticos no se retiran del campo una vez finalizado el cultivo.

Imagen 1. Acolchado, cultivo fresa.

La retirada de estos films es complicada y costosa debido a que los films están habitualmente dañados y muy sucios con tierra y otros contaminantes, lo que hace económicamente inviable el reciclado de los mismos. La mejor solución para la industria agrícola es el uso de films biodegradables como un sistema de ciclo de vida cerrado para la incorporación del material en el suelo, lo que permitiría a su vez reducir otros costes a los agricultores. Hoy en día, existen diversas metodologías y normativas para el análisis de la biodegradabilidad de los materiales bajo condiciones de compostaje (Normas UNE EN 13432 y ATSM 6400) o en suelo (Normas UNE EN ISO 17556 y ASTM 5988). Se entiende por Biodegradabilidad a la descomposición de un compuesto orgánico por acción de los microorganismos. Es Biodegradabilidad Aeróbica, cuando sucede en presencia de oxígeno y se descompone en dióxido de carbono, agua y sales minerales de cualquier otro elemento presente (mineralización) más nueva biomasa. Es Biodegradabilidad Anaeróbica, cuando sucede en ausencia de oxígeno y se descompone en metano, agua y biomasa.

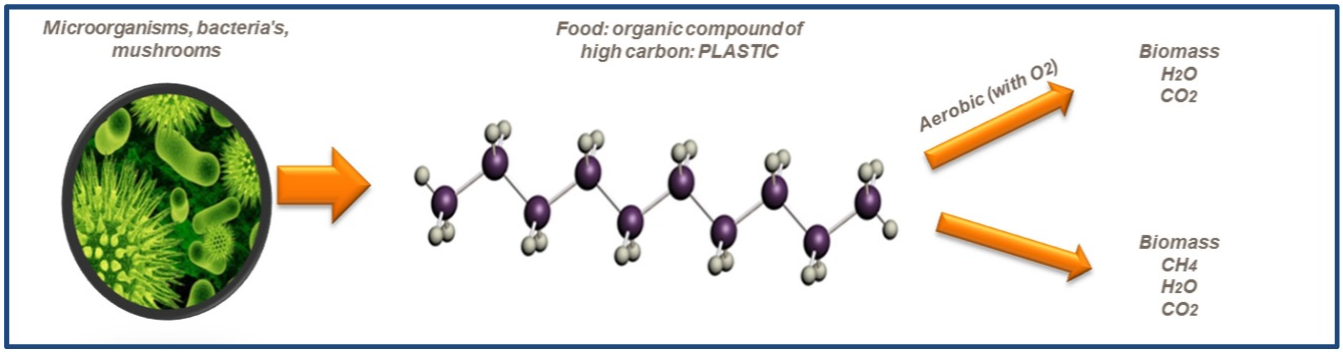


Imagen 2. Proceso de Biodegradación Aeróbico y Anaeróbico

Que un plástico sea biodegradable no quiere decir que también sea compostable, es decir, que sirva para hacer compost o abono orgánico. La clave está en las condiciones de compost y en el tiempo que se tarda para llevar a cabo los dos procesos. Compostabilidad significa que ese material se degrada biológicamente produciendo dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa a la misma velocidad que el resto de materia orgánica que se está compostando con éste (90% en 180 días), a unas condiciones de temperatura y humedad fijadas, y sin dejar residuos tóxicos visibles o distinguibles (no variar la calidad del compost, no aportar metales pesados). Es decir, las condiciones de biodegradabilidad son muy diferentes en una planta industrial de compostaje que en el campo, ya que en las plantas de compostaje industrial se trabaja a altas temperaturas y en presencia de alto contenido orgánico. Por lo tanto, lo que se necesita realmente en agricultura es que los materiales utilizados sean biodegradables en suelo, ya que el objetivo de estas aplicaciones es evitar que sea necesaria la retirada de los films después del cultivo. Actualmente, las alternativas existentes en el mercado son materiales oxo-degradables (también llamados oxo-biodegradables) y materiales biodegradables de origen renovable. Los materiales oxo-degradables tuvieron buena aceptación en algunos mercados ya que los parámetros de transformación son muy similares a los de los film de polietileno convencionales. Sin embargo, fueron rechazados por otros sectores ya que se argumentó que no son realmente biodegradables, sino fotodegradables ya que lo que realmente se produce es una micro-fragmentación debido al efecto de la radiación solar y la temperatura. Respecto a los plásticos de origen renovable (PLA, almidón), en los últimos años se ha llevado a cabo un gran trabajo para mejoras sus propiedades, tanto mecánicas como de procesado y mecanización, aunque sin llegar a alcanzar todavía los valores de los films de polietileno convencionales. Sin embargo, para algunos de estos materiales requieren la presencia de agua para biodegradarse, lo que contradice una de las principales del film de acolchado, que es el ahorro de agua. En otros casos, el efecto de la biodegradación comienza en las primeras semanas después de ponerlo en el campo, lo que puede provocar una pérdida de propiedades mecánicas, lo que tiene un efecto negativo en el cultivo. Finalmente, otros bio-polímeros,

como el Bio-PE procedente de la caña de azúcar, son de origen renovable pero no son biodegradables y por lo tanto no son apropiados para esta aplicación de acolchado.

Objetivo

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un grado de PEBD totalmente biodegradable en el suelo en un periodo relativamente corto de entre 6 y 12 meses (dependiendo de las condiciones climáticas) manteniendo a su vez las propiedades mecánicas de los films convencionales de polietileno y las propiedades de transformación y mecanización. Actualmente la retirada y eliminación de los filmes de PE supone aproximadamente un coste de 200€/ha. Disponer de un PE biodegradable eliminaría estos costes a los agricultores, puesto que una vez finalizada la campaña, el acolchado se incorpora al suelo siendo este degradado por efecto de los microorganismos. La alternativa actual existente en el mercado son polímeros biodegradables de origen renovable con un coste 3 veces superiores el PE y que no llegan aún a cubrir las propiedades mecánicas.

Por otra parte, la clave es preservar no sólo las propiedades mecánicas del film, sino también mantener las ventajas del acolchado (ahorro de agua, reducción de la evaporación, reducir los problemas de malezas, fertilizantes y reducción de costes así como mejorar la productividad y aumentar los rendimientos de crecimiento) cuando se plantan los cultivos. Con el polietileno biodegradable de Repsol, el proceso de biodegradación generalmente comienza a partir de 90-100 días después de colocar el film en el suelo. Todo esto, tratando al mismo tiempo de preservar la respuesta del cultivo, es decir, la precocidad de las plantas, el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto.

Desarrollo

Durante el año 2014, Repsol ha firmado un acuerdo de alianza tecnológica con Advanced Enzyme Science Limited (AESL), líder mundial en el desarrollo de biotecnología basada en enzimas.

El primer proyecto conjunto bajo esta alianza se centra en el desarrollo de una nueva gama de poliolefinas para agricultura sustentadas en biotecnología de última generación. Durante este año, se han llevado a cabo numerosos ensayos tanto a nivel de laboratorio utilizando diferentes aditivos de base enzimática que transfieren a los films propiedades de biodegradabilidad o compostabilidad, como en planta industrial.

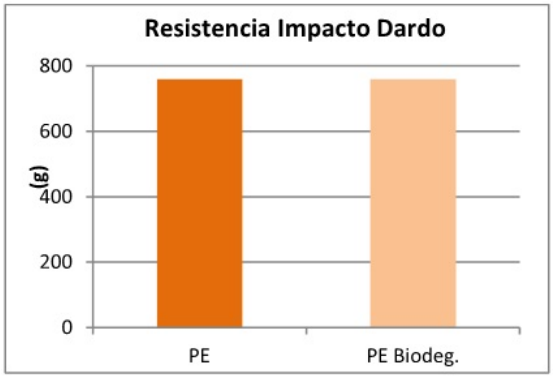
A lo largo del año 2015, se han realizado pruebas de transformación en la planta de uno de nuestros clientes y se están llevando a cabo ensayos en campo con cultivos reales, en diferentes regiones, tanto en estación experimental como con agricultores de diferentes regiones

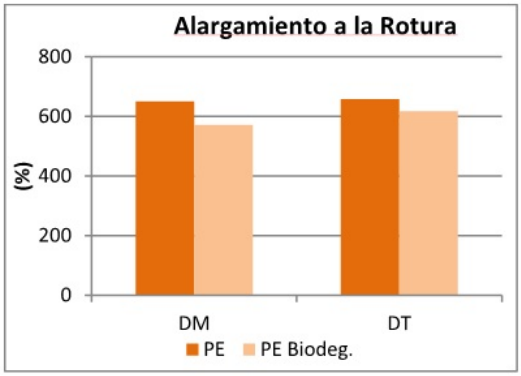
Ensayos en el Laboratorio

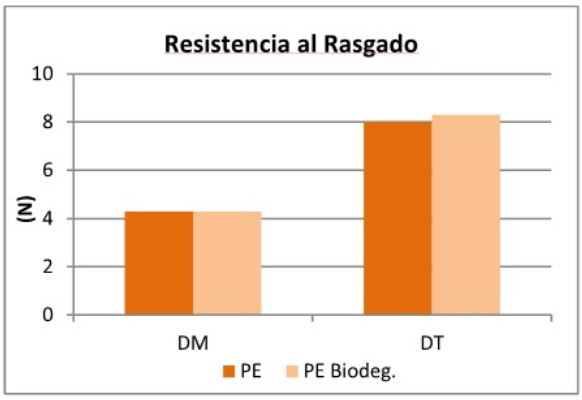
Puesto que el principal desarrollo para el que se ha llevado a cabo el proyecto es para la aplicación de film de acolchado para agricultura, se han diseñado diferentes formulaciones en base PEBD. Con estos compuestos, se fabricaron films de diferentes espesores, en función de sus necesidades de mercado.

De los films realizados en los trabajos anteriores, se han analizado las propiedades mecánicas y la biodegradabilidad en suelo.

En todos los casos, las propiedades mecánicas se mantienen similares a los films de PE de referencia. A continuación se adjuntan algunas gráficas de las propiedades mecánicas de mayor relevancia para el caso de los films de acolchado.

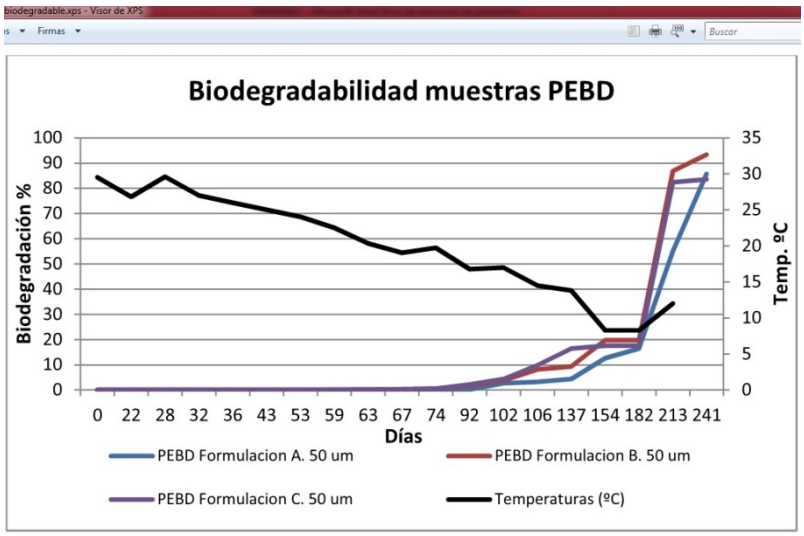






Para la evaluación de la biodegradabilidad en suelo, se ha preparado en el Centro de Tecnología Repsol un terreno vallado con 2 caballones hechos con tierra en barbecho para ensayar las muestras. Para estudiar el efecto del clima y de la temperatura más concretamente, se han puesto los films en 2 estaciones, verano e invierno.

En las siguientes gráficas se muestra la evolución de los films puestos en la tierra durante el verano. Como se puede ver en las mismas, todas las muestras comienzan a degradarse a partir de los 90-100 días de exposición y en varios de las muestras se alcanza en torno a un 90% de biodegradación a los 8 meses.



En las siguientes imágenes se puede observar los efectos de la biodegradación de las muestras en los ensayos llevados a cabo en el Centro de Tecnología Repsol.

Imagen 3. PE Biodegradable con excelentes propiedades mecánicas

Imagen 4. PE Biodegradable tras 6 meses en el campo

Imagen 5. PE Biodegradable tras 8 meses en el campo

Pruebas industriales

En primer lugar se realizaron pruebas industriales en nuestra planta de PEBD de Puertollano que se desarrollaron bien fabricándose 6 compuestos diferentes. Las pruebas se llevan a cabo sin incidencias.

Pruebas con cliente

A lo largo del mes de febrero de 2015 se llevan a cabo pruebas de transformación en la fábrica de uno de nuestros clientes. Las pruebas duraron 2 días, durante los que se transformaron los 6 compuestos fabricados anteriormente, más de 3 toneladas de producto.

Las condiciones de transformación fueron iguales a las utilizadas habitualmente, en cuanto a productividad, velocidad de extrusión, perfil de temperaturas y control de espesores. La calidad de los films obtenidos es buena.

Como las pruebas duraron 2 días, durante la noche del primer día se dejó de transformar los productos biodegradables y se pasó a fabricación de otros grados comerciales, sin incidencias en el cambio de material. No se apreciaron problemas en el cambio entre materiales ni al finalizar las pruebas y cambiar a producto comercial.

Pruebas de campo

Entre los meses de marzo y abril de 2015 se han comenzado los primeros ensayos en campo con cultivo real, más concretamente con cultivos de melón y sandía mini.

Los ensayos están llevando a cabo en una estación experimental de IMIDA (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario) y en campos de varios agricultores tanto en la región de Murcia como en Ciudad Real.

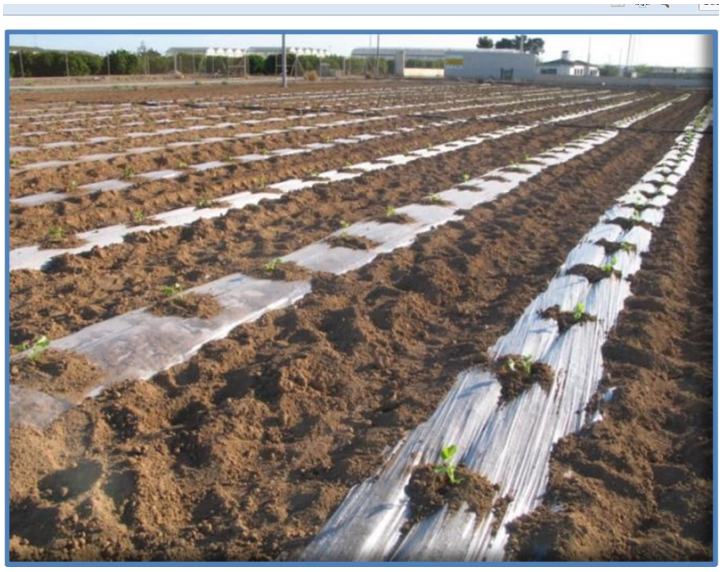


Imagen 6. Ensayos con PE Biodegradable en IMIDA

El objetivo de realizar los ensayos en diferentes regiones es conocer el efecto de las condiciones climáticas, de la calidad del suelo y de la carga microbiana en la biodegradación.

El comportamiento biodegradativo de los films se mide mediante un protocolo que evalúa tanto la parte exterior como la parte enterrada. Se hace un seguimiento de los síntomas externos que van apareciendo, como las grietas o agujeros, y también la resistencia que oponen los films a la aparición de malas hierbas, además de un seguimiento fotográfico de la degradación. Por otra parte, se estudian las condiciones climáticas externas (temperatura, radiación global, radiación UV, sol, lluvia, humedad relativa y velocidad del viento y dirección).

Tras finalizar el cultivo, se procede al estudio de la degradación en el suelo durante un mínimo de seis meses. Durante los meses de agosto y septiembre de 2015 se llevaran a cabo nuevos ensayos en estación experimental IMIDA y en ADESVA (Asociación para el desarrollo del sistema productivo vinculado a la agricultura onubense) con cultivos de brócoli y fresa, los cuales requieren diferentes propiedades del film y tiempos de biodegradación.

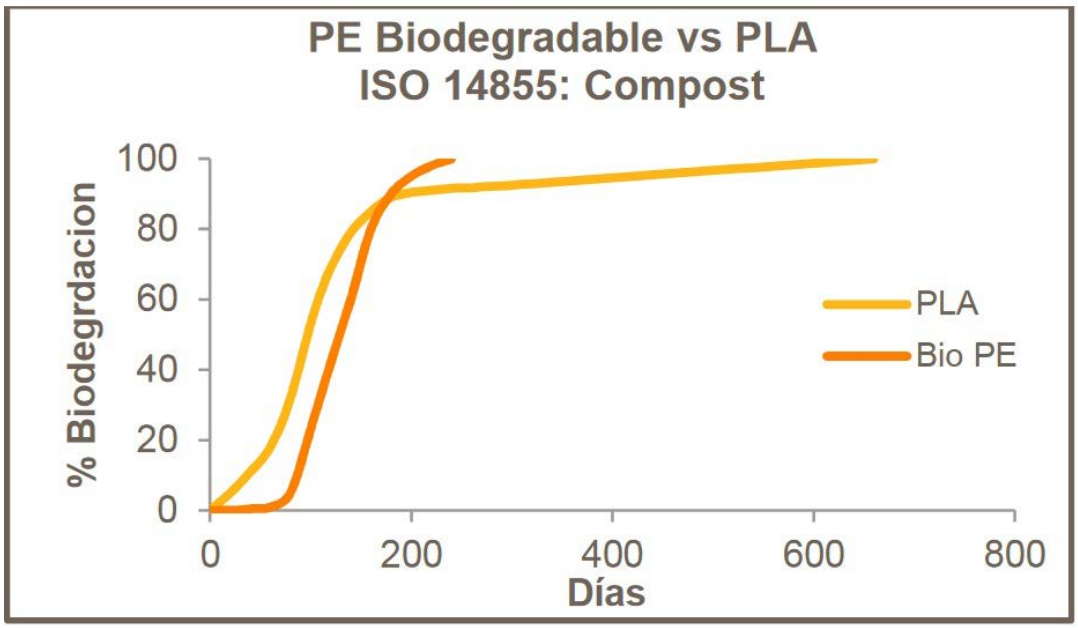
Ventajas frente a otros polímeros

Ventajas frente al Polietileno

La principal ventaja que presenta el Polietileno Biodegradable de Repsol frente al Polietileno convencional es que es Biodegradable en un tiempo entre 6 y 12 meses (dependiendo de las condiciones ambientales), frente al polietileno que puede tardar cientos de años en biodegradarse. Todo eso manteniendo las propiedades mecánicas y de transformación.

Ventajas frente a otros Biopolimeros

Se evita la posible acidificación del suelo, como puede ocurrir con los oxodegradables o el PLA. No aporta ecotoxicidad al medio. Presenta mejores propiedades mecánicas. El Polietileno biodegradable de Repsol, en condiciones de compostaje industrial comienza a biodegradarse aproximadamente a los 3 meses y se alcanza el 90% de biodegradación a los 180 días, tardando aproximadamente 250 días en alcanzar la biodegradación total. El PLA sin embargo, comienza a biodegradarse desde el primer momento y alcanza el 90% de biodegradación a los 180 días. Sin embargo, el otro 10% hasta alcanzar la biodegradación total se alarga mucho en el tiempo, tardando aproximadamente los 660 días.



COMPARATIVE	REPSOL	OXO	PLA	PE BIO-BASED
BIODEGRADABLE	☀	✗	☀	✗
BIODEGRADABLE IN SOIL CONDITIONS	☀	✗	☀	✗
COMPOSTABLE	☀	✗	☀	✗
RECYCLABLE	☀	✗	☀	☀
NO HEAVY METALS	☀	✗	☀	☀
COMPETITIVE PRICES	☀	☀	✗	☀

☀ Verdadero ☀ No completamente verdadero ✗ Falso

Además las Biopoliolefinas de Repsol:

- No requiere condiciones especiales de almacenamiento
- No se degrada por exposición de luz ni calor
- Se transforman sin necesidad de modificaciones en las máquinas
- Las propiedades mecánicas son idénticas a las del polietileno convencional de Repsol

El objetivo del desarrollo de este polietileno biodegradable ha sido proporcionar ventajas comerciales a los agricultores, tanto desde el punto de vista del ahorro del coste derivado de la recuperación, el transporte y el reciclaje de los films de acolchado después de su uso; como desde el punto de vista de la protección del suelo agrícola. Por otra parte, la protección del medio ambiente y la prevención por la contaminación por partículas en aguas subterráneas, evitar la ecotoxicidad la acidificación del suelo.

Los filmes de Polietileno Biodegradables se caracterizan por tener propiedades mecánicas similares a las de los films de polietileno convencionales. Ya que las propiedades de alargamiento a la rotura y resistencia al rasgado son similares a las de los films convencionales, esto permite la correcta instalación mecanizada de los films en el campo. Por otra parte, no se requieren instalaciones de transformación especializadas y por lo tanto, nuestros clientes pueden seguir utilizando sus equipos de extrusión-soplado sin necesidad de ninguna modificación.

Esta nueva tecnología abre un amplio abanico de posibilidades para desarrollar poliolefinas biodegradables y compostables, de gran interés para muchas aplicaciones en los sectores de embalaje, alimentos y cosméticos, como pueden ser:

- Menaje de cocina desechable (vasos, platos y cubiertos de un solo uso).
- Envases alimentarios en los que quede bastante cantidad de restos orgánicos (envases de yogures líquidos, capsulas de café expreso, sobres de kétchup).
- Envases de productos cosméticos.

Esta biotecnología es altamente rentable y ecológica. Después de la cosecha, el film de acolchado biodegradable queda enterrado en el suelo y se prepara la tierra para la próxima cosecha. La biodegradación de los materiales enterrados continúa por la acción de los microorganismos en el suelo.

Además, en el caso de que el destino final de los envases tras su uso fuera el contenedor amarillo y consecuentemente se llevara a una planta de reciclaje, hay que destacar que estos productos también son 100% reciclables por medios convencionales para la gestión de residuos.

En conclusión, Repsol suma a su oferta un novedoso polietileno biodegradable para acolchado, con las siguientes propiedades:

- Totalmente biodegradable en suelo.
- Las propiedades del film se mantienen intactas durante los primeros 3-4 meses.
- Completa biodegradación tras 6-12 meses desde su instalación, según condiciones ambientales.
- Idéntica instalación en campo que la de un film de polietileno convencional.
- Sin incremento de costes para el agricultor.
- Tecnología respetuosa con el medio ambiente.