



PHB-based packaging from whey



REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ MEDIANTE EL USO DE PHB OBTENIDO A PARTIR DE SUERO LÁCTEO



Proyecto financiado por la Comisión Europea en el marco del programa LIFE

LIFE13 ENV/ES/000608

www.wheypack.eu

1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Programa: Life programme - LIFE13 ENV/ES/000608

Duración: 01/06/2014 – 31/07/2017

Presupuesto: 1.188.777 € (Contribución EU: 50 %)

2. SOCIOS

El proyecto WHEYPACK se ha desarrollado como una colaboración transnacional entre España y Portugal, con un equipo de trabajo multidisciplinar con con gran experiencia en tecnologías de los alimentos y productivas, tecnologías de bioprocesos, microbiología, análisis físico-químico, tecnologías de polímeros y envasado de alimentos.


centro tecnológico

COORDINADOR DEL PROYECTO

Contacto: Miguel Alborch

Tel.: +34 961 366 090

E-mail: malborch@ainia.es

Website: www.ainia.es

 **AIMPLAS**
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DEL PLÁSTICO

Website: www.aimplas.es


Montesinos

Website: www.montesinos.es

 **embalnor**

Website: www.embalnor.pt

3. CONTEXTO Y ANTECEDENTES

Principales retos y motivaciones del proyecto:

I. Unión Europea comprometida con el medio ambiente.

Actualmente, aproximadamente el 11% de todos los gases de efecto invernadero emitidos en el mundo corresponden a la Unión Europea, y existe un firme compromiso de la UE de reducir sus emisiones en un 30%. El proyecto de desarrollo WHEYPACK está alineado con este compromiso de reducción acordado por la Unión Europea en sus políticas estratégicas.

II. valorización del excedente de suero de leche.

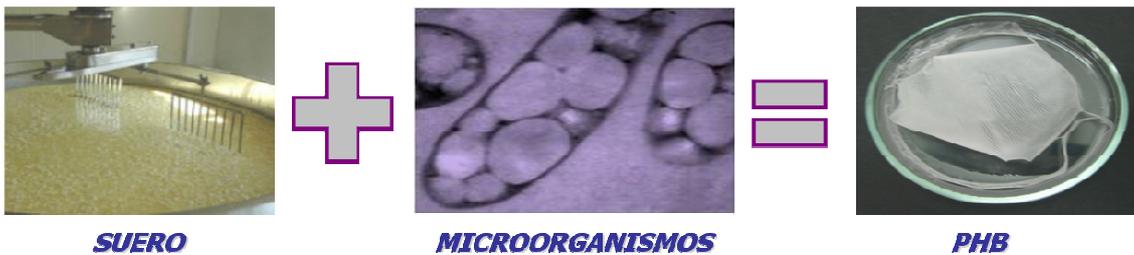
El suero constituye un subproducto de la industria láctea y quesera. El proceso de elaboración de queso genera, en promedio, 9 toneladas de suero de leche por cada tonelada de queso producida.

Hoy en día, la cantidad de suero producido, especialmente en la EU-27, supera por mucho la demanda de la industria alimenticia. Sólo en Europa se estima una producción anual de 75 millones toneladas de suero de queso. Aunque parte de este producto vuelve a la cadena alimenticia para la elaboración de otros productos lácteos, gran parte del suero es desechado y necesita ser gestionado.

Por lo tanto, el suero constituye un material sobrante cuya gestión supone un problema para la industria láctea. En ese sentido, existe un exceso cada vez mayor que hace necesario el desarrollo de soluciones alternativas para su gestión.

El suero se compone principalmente de agua (aproximadamente 85%) y contiene más de la mitad de los sólidos originalmente presentes en la leche, incluyendo 1% de proteína (20% de proteína total), la mayor parte de la lactosa (entre 4 y 5%), minerales (1%) y vitaminas solubles en agua, por lo que presenta un gran potencial para su uso en otras aplicaciones.

En el proyecto WHEYPACK hemos estudiado la viabilidad técnica, económica y medioambiental de la bioconversión del suero en **Polihidroxi butirato (PHB)** mediante un proceso fermentativo por microorganismos como alternativa para la recuperación de este producto.



Bioproducción de PHB

III. bioplásticos más sostenibles.

En la actualidad, Europa produce más de 70 millones toneladas de residuos plásticos, principalmente de envases, que generan una gran huella de carbono. Los plásticos derivados del petróleo, gracias a su rendimiento y bajo coste, son a menudo utilizados para la producción de envases monouso o no reutilizables, siendo la mayoría de ellos de difícil biodegradación. Estudios realizados sobre las previsiones de generación de residuos en Europa para 2035 indican que el sector de los plásticos tiene el mayor potencial para reducir el impacto medioambiental de los residuos. Esto ha suscitado la necesidad de investigar en el desarrollo de envases cada vez más sostenibles.

El interés del consumidor en los materiales biodegradables y procedentes de fuentes renovables, ha crecido como consecuencia del aumento de la conciencia social sobre el poder para reducir los impactos ambientales mediante la selección de productos más respetuosos con el medio ambiente. Existe una tendencia global hacia el desarrollo de envases más sostenibles mediante el uso de bioplásticos. Aunque el mercado sigue dominado en más del 99% por el plástico procedente del petróleo, existe un mercado emergente y en crecimiento para los bioplásticos.

Los bioplásticos, en ciertas aplicaciones, son capaces de alcanzar valores en sus propiedades del orden de las de los polímeros tradicionales derivados del petróleo. En este sentido, el PHB es un biopolímero completamente biodegradable que pertenece a la familia de polihidroxicanoatos (PHAs), que es sintetizado y acumulado intracelularmente por algunos microorganismos como fuente de carbono y energía, en condiciones desfavorables crecimiento. El PHB puede ser procesado como el resto de plásticos mostrando características similares a las del polipropileno (PP). El PHB es un biopolímero muy interesante debido a sus buenas aptitudes medioambientales: es biodegradable, compostable y proviene de fuentes renovables.

4. OBJETIVOS

I. Objetivo general

El proyecto WHEYPACK quiere demostrar que la huella de carbono del proceso de fabricación de envases de PHB es menor que la de los procesos actuales de fabricación de envases de PP.

II. Objetivos específicos

O1 Demostración de la viabilidad medioambiental, técnica y económica de los procesos de fabricación de envases de PHB a partir de suero de leche, teniendo en cuenta todas las etapas implicadas en este desarrollo circular: 1) bioproducción PHB a partir de suero de leche, 2) compounding y modificación del biopolímero, 3) la fabricación de envases de PHB y 4) utilización a pequeña escala por el fabricante de queso. De esta forma, todas las etapas clave de la cadena productiva se han considerado en el proyecto.

O2 Demostración de que el total de las emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono, CO₂ equiv.) del proceso de producción es inferior al actual proceso de producción de envases con materiales derivados del petróleo (polipropileno, PP).

O3 Definición de los procesos de bioproducción y recuperación de PHB a partir de suero de leche a escala de planta piloto. Estudio de las condiciones de escalado industrial a partir de la planta piloto.

O4 Formulación, compounding y ajuste del biopolímero PHB con el fin de demostrar sus propiedades de procesabilidad mediante el proceso de moldeo por inyección

O5 Desarrollo de envases 100% biodegradables de PHB (bandejas) y demostración de su aplicación a los productos lácteos: envasado de queso.

5. METODOLOGÍA

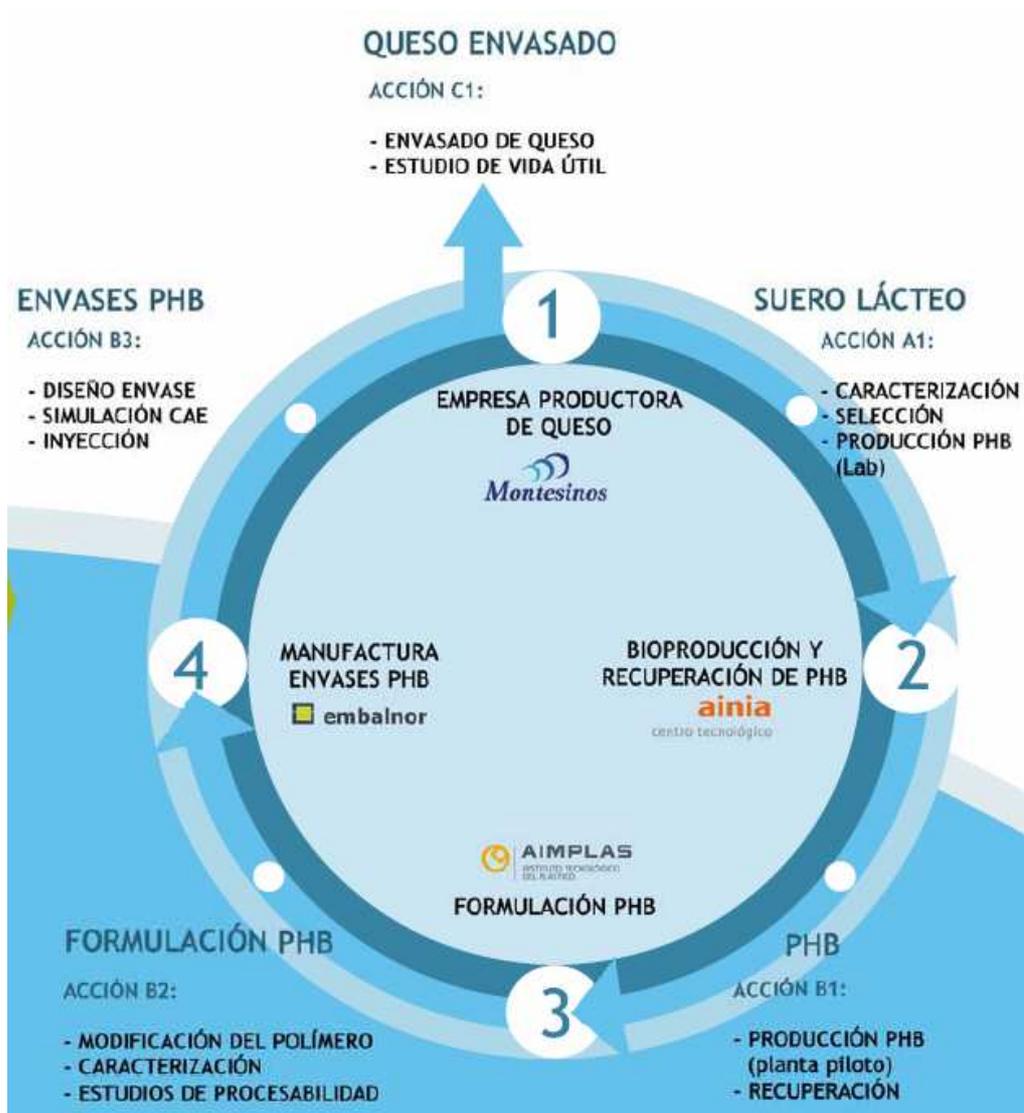
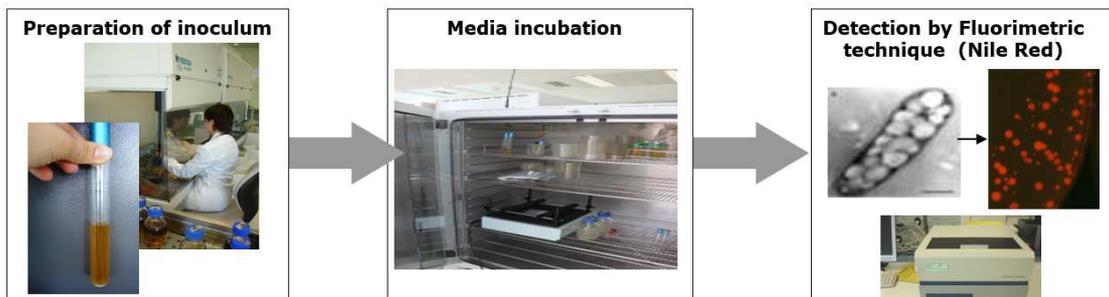


Diagrama del Proyecto WHEYPACK

Las siguientes **acciones** se han desarrollado para lograr los objetivos generales y específicos del proyecto:

I. Producción de PHB a partir suero a través de la aplicación de tecnologías de bioproducción.

El primer paso del plan de trabajo del proyecto consistió en la caracterización de los diferentes tipos de suero obtenido en la preparación de diferentes quesos, y la selección de los mejores basados en sus aptitudes como medio de cultivo para microorganismos.



Diseño experimental de los tests a escala de laboratorio.

La selección y adquisición del microorganismo superproductor de PHB se ha realizado en base a bibliografía. Los criterios de selección fueron: Producción de PHB a partir de suero (capacidad para utilizar la lactosa como fuente de carbono), período de cultivo corto y alto rendimiento y su disponibilidad en colecciones internacionales de microorganismos.



Producción de PHB en bioreactores de 2L.

Se llevaron a cabo pruebas a escala de laboratorio y de planta piloto para ajustar las condiciones del bioproceso con el objetivo de lograr la mayor producción de PHB e incrementar la ecoeficiencia.



Producción de PHB en bioreactor de 200L.

Finalmente, a partir de la información obtenida a escala de planta piloto, se han realizado los cálculos para el escalado del proceso a escala industrial.

II. Modificación y compounding del PHB.

El material virgen de PHB se caracterizó, formuló y aditivó para mejorar sus propiedades para ser procesado utilizando la misma tecnología y (inyección) y equipamiento existente que se utiliza actualmente para producir envases de PP.

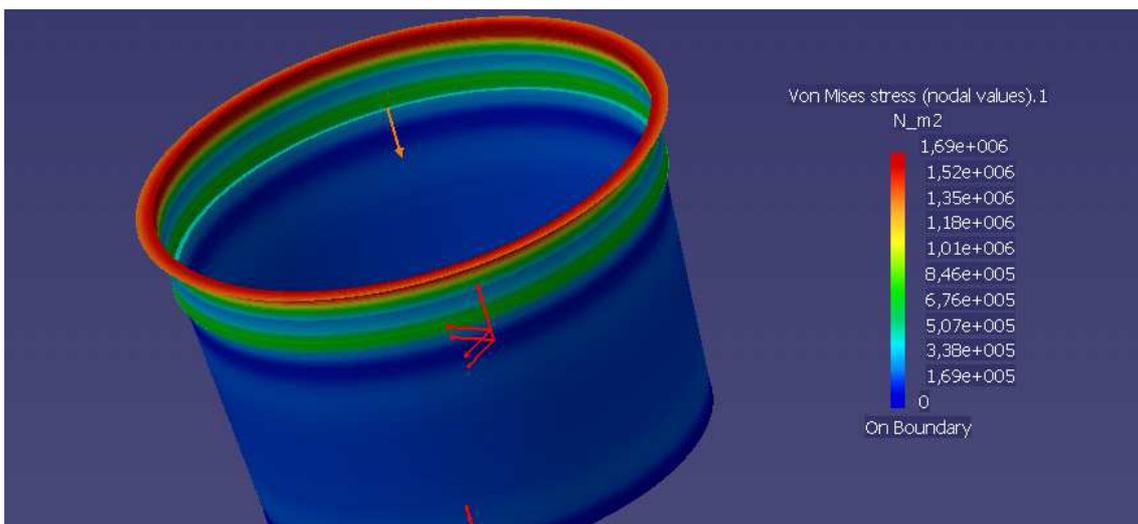
Se llevó a cabo un estudio exhaustivo para seleccionar los aditivos óptimos para proteger la degradación del polímero, mejorar su procesabilidad y sus propiedades finales.



Compounding de PHB

III. Producción de los envases de PHB aditivado mediante inyección

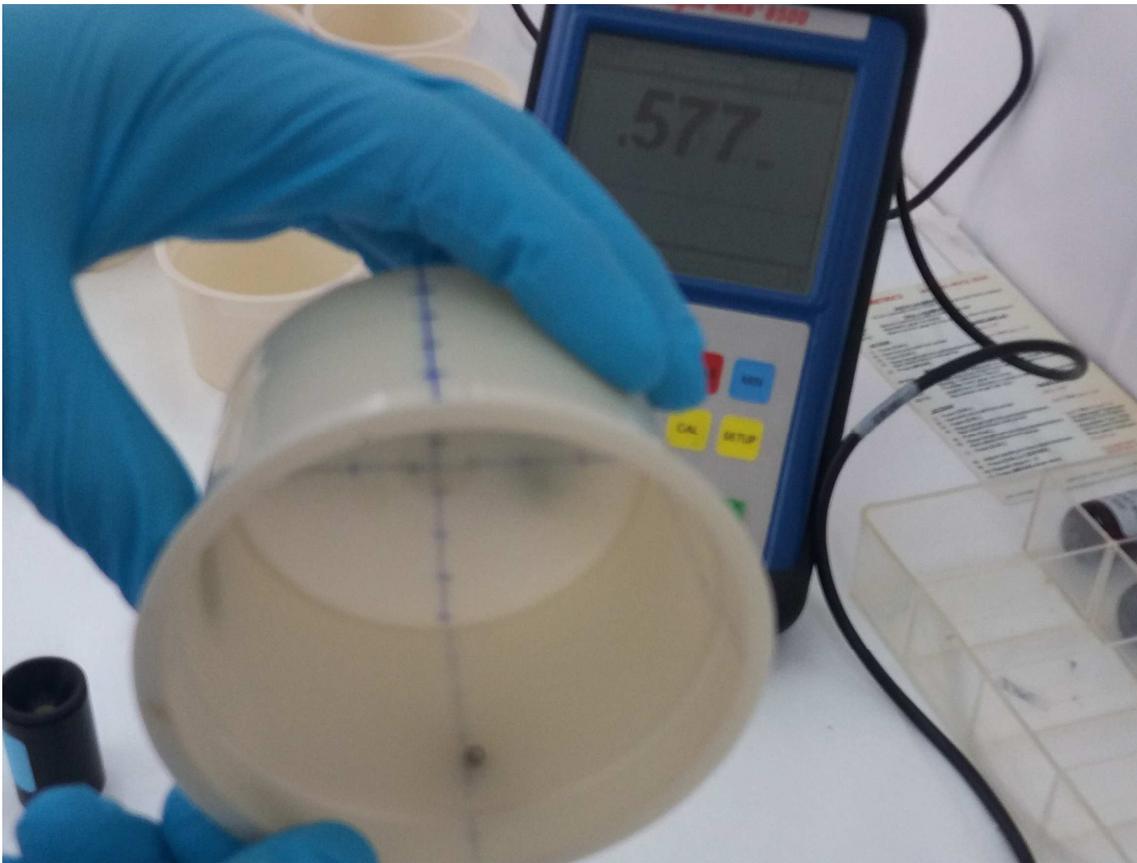
Por un lado, se desarrollaron estudios preliminares sobre el proceso de inyección para mejorar el rendimiento del envase, así como estudios conceptuales y de ingeniería de producto para procesar los compuestos a base de PHB. Se identificaron los problemas potenciales que debían tenerse en cuenta.



Simulaciones CAE del envase de PHB

Por otro lado, se establecieron los requerimientos del producto para determinar las especificaciones y propiedades del envase para garantizar la calidad y la protección del

producto a lo largo de su vida útil. Se caracterizaron de las propiedades mecánicas, químicas, de barrera y térmicas de los envases de PHB aditivado.



Caracterización de los envases de PHB

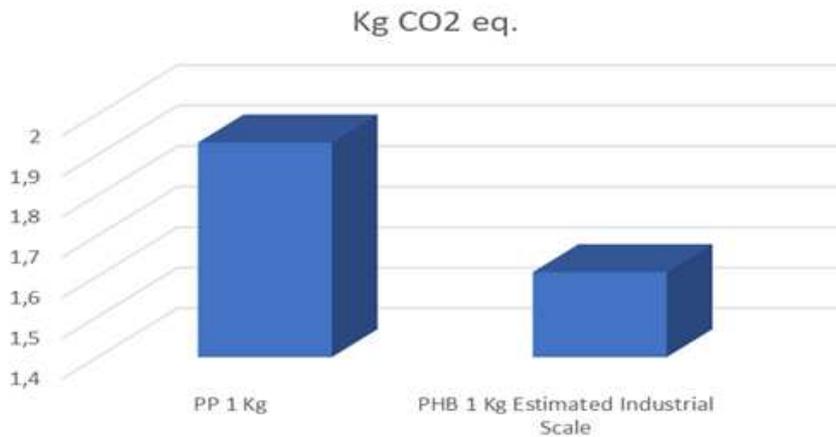
Finalmente, se estudió la aplicación del envase desarrollado de PHB aditivado para el envasado de queso mediante los correspondientes estudios de vida útil del queso envasado.

IV. Seguimiento del impacto de las acciones del proyecto

Durante todo el desarrollo del proyecto, se ha llevado a cabo la evaluación medioambiental, técnica y socio-económica del mismo.

6. RESULTADOS ALCANZADOS

R1 Reducción de 16%* de la huella total de carbono (* escenario estimado a escala industrial) de los procesos de fabricación de envases de PHB a partir de suero, tomando como referencia la fabricación de envases de PP.



Comparación entre las emisiones de CO2 en la producción de un Kg de material plástico.

R2 Reducción del 95% de la DBO (demanda biológica de oxígeno) y 96% de la DQO (demanda química de oxígeno) del suero después de su uso para la producción de PHB, en comparación con el suero original sin tratamiento.

R3 Viabilidad y ecoeficiencia del proceso de bio-producción de PHB a partir de suero de leche.

R4 La obtención de envases 100% biodegradables de PHB aditivado mediante inyección.



Envase de PHB aditivado

El envase de PHB aditivado desarrollado cumple con las propiedades exigidas por la aplicación para el envasado de queso, sus propiedades térmicas, mecánicas y barrera son similares al material de referencia (PP).

A pesar de que el PHB sin aditivar podría utilizarse para el envasado de alimentos, basándose en los resultados de la migración global y el análisis de migración específico realizados, el envase desarrollado de PHB aditivado, no puede utilizarse para el contacto con alimentos (Reglamento (UE) nº 10/2011 de la Comisión).

Se deben realizar nuevos estudios de compounding y aditivación para permitir que el envase desarrollado con PHB aditivado se pueda emplear para el envasado de alimentos.

Sin embargo, el material obtenido tiene un gran potencial para aplicaciones no alimentarias que requieren elevadas propiedades térmicas y de impacto, especialmente a bajas temperaturas, que podrían explotarse en nuevas aplicaciones.

7. BENEFICIOS

El proyecto WHEYPACK ha demostrado que la huella de carbono del proceso de fabricación de envases de PHB (estimación a escala industrial) es menor que la de los procesos actuales de fabricación de PP.

Para lograr esto, el proyecto WHEYPACK se ha dividido en dos procesos principales: el proceso de fermentación para la obtención de material de PHB a partir de suero de leche y el proceso de inyección del biopolímero para la obtención de envases.

- En lo que respecta al proceso de fermentación, el proyecto WHEYPACK ha demostrado que la producción de PHB a partir de suero de leche puede tener una huella de carbono menor que el actual proceso para la producción de plásticos a partir de fuentes fósiles (no renovables). Además, el proyecto WHEYPACK ha demostrado que este proceso puede ser a la vez económica y ecológicamente eficiente y se puede utilizar como una alternativa para la valorización del suero de leche para toda la industria de alimentos lácteos europea.
- En lo que respecta al proceso de inyección, el proyecto WHEYPACK ha demostrado que los procesos actuales de fabricación de envases plásticos se pueden utilizar también para la obtención de envases con biopolímeros sin aumentar la huella de carbono de todo el proceso.

Una de las principales barreras que afectan a la extensión del uso de bioplásticos procedentes de fuentes renovables en general, y del PHB en particular, es su alto coste, entre 2 y 4 veces mayor que otros plásticos tradicionales procedentes del petróleo.

Esto se debe en gran parte al hecho de que la mayoría de los plásticos bio-basados que vienen de fuentes renovables, utilizan fuentes de carbono tales como maíz, patata, caña de azúcar o arroz, entre otros.

WHEYPACK ha demostrado que el suero lácteo procedente de la elaboración de queso, se puede utilizar como materia prima para producción de bioplásticos, pudiendo contribuir a la reducción del coste del PHB.

Esta solución se adapta mejor desde la perspectiva energética, de emisión de gases de efecto invernadero y ética: se evitan insumos y actividades agrícolas, al igual que las consecuencias de la utilización de cultivos para la producción de bioplásticos y la utilización de diversas materias primas renovables que se pueden utilizar para la alimentación.

En Resumen, el proyecto WHEYPACK tiene el potencial de disminuir el uso de fuentes fósiles no renovables para la producción de plástico y con ello la dependencia del petróleo como recurso finito, así como disminuir las emisiones de CO₂ y reducir los residuos plásticos.

El proyecto WHEYPACK está directamente relacionado con dos de los sectores industriales más importantes de la UE desde el punto de vista de facturación y empleo: los sectores de la alimentación y del envasado de alimentos.

En ese sentido, el proyecto tendrá efectos ambientales y socioeconómicos positivos en toda la Unión Europea.

Los resultados del proyecto WHEYPACK son ampliamente aplicables y fácilmente transferibles a cualquier miembro europeo y podrían tener una replicación del mercado en otros tipos de productos fabricados por proceso de inyección.



PHB-based packaging from whey

