

# Transformación de bio-tutores para el cultivo del lúpulo en nuevos productos para el sector del envase y de la agricultura

## LAYMAN'S REPORT

Marjan Plavčak, Spring awakening of hop fields, Slovenia



**INŠTITUT ZA HMELJARSTVO  
IN PIVOVARSTVO SLOVENIJE**  
Slovenian Institute of Hop Research and Brewing



**Lankhorst** | **Yarns**

**TRIDAS**<sup>®</sup>

ENVIROMENT FRIENDLY PACKAGING



**Razvojna agencija Savinja**  
Gospodarsko interesno združenje

**Tecn**<sup>o</sup>  
packaging



**Zelfo**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



BRASLOVCE



POLZELA



PREBOLD



TABOR



VRANSKO



ZALEC



ZDRUŽENJE HMELJARJEV  
SLOVENIJE

# La idea

En 2017 se calculó que la producción de lúpulo en Europa era de 50.000 toneladas sobre una superficie de 26.500 hectáreas (ha.). Por otro lado, Eslovenia produce aproximadamente 2.800 toneladas sobre 1.590 ha. por año, posicionándose como el tercer país productor de lúpulo más grande de la Unión Europea, así como el quinto en el mundo. El cultivo del lúpulo constituye el mayor agente de exportación del sector agrícola en Eslovenia, y, por tanto, es considerado una importante seña de identidad de este país en el ámbito internacional. Los sistemas actuales de tutorizado para plantaciones de lúpulo en Europa están basados en trenzados de hilos de metal o de polipropileno (PP) de 6 o 7 metros de altura, distribuidos uniformemente entre pilares de madera o cemento. La cantidad de biomasa fresca recolectada cuando se cosechan los cultivos de lúpulo asciende a 15 toneladas por ha. cada temporada. Sin embargo, al estar estos restos mezclados con los del tutor de PP, la biomasa no es apta para compostaje o reciclado, y solo se puede desechar en vertedero. El Instituto Esloveno de Investigación y Elaboración de Lúpulo (IHPS) ha trabajado en propuestas técnicas para solventar este problema. El Proyecto BioTHOP supone una alternativa al tutor de PP que además añade valor a la industria del reciclado de residuos de lúpulo.

El objetivo de este Proyecto es reemplazar los tutores actuales de PP usados en los campos de lúpulo por una alternativa biodegradable, hecha de Ácido Poli Láctico (PLA), un material proveniente de fuentes renovables y que puede ser degradado en condiciones de compostaje controlado, agua, CO<sub>2</sub> y biomasa. El uso del PP implica que, al terminar la cosecha, y para que la biomasa generada pueda tratarse de acuerdo con la normativa ambiental vigente, esta deba de pasar por un complejo procesado para eliminar los restos del hilo tutor. Al usar hilo de PLA para apoyar el crecimiento de las plantas, la biomasa recolectada junto con el hilo puede ser usada directamente para compostaje, como fertilizante, o como material para fabricar productos biodegradables (biocomposites, macetas de horticultura, o envases protectores). Como resultado los residuos agrícolas se reducen considerablemente, y este flujo de deshechos cobra valor añadido a partir de su introducción en la industria del bioplástico. La región de demostración, que es el Valle inferior de Savinja, en Eslovenia, supone un ejemplo de buenas prácticas para todos los países dedicados al cultivo del lúpulo no solo en Europa, si no a nivel mundial. El Proyecto también mejora el ámbito socio-económico, impulsando el llamado eco-turismo, o turismo verde. El objetivo es reciclar completamente los residuos de lúpulo y mejorar la eficiencia energética en un 25% usando composites con base biobasada. Respecto a las emisiones de gas, el Proyecto supone una considerable reducción de los mismos en comparación a la producción y eliminación de desechos de los plásticos convencionales.

## Objetivos

- ✓ Sustituir los tutores actuales de PP por unos de PLA.
- ✓ Usar biomasa de lúpulo para compostaje.
- ✓ Usar esta biomasa para producir piezas compostables (biocomposites, macetas, envases, y otros derivados).
- ✓ Implementar la economía circular en la cadena de valor de los residuos de biomasa.
- ✓ Reducir el uso de plástico en el sector del cultivo del lúpulo.
- ✓ Generar conciencia entre los agricultores sobre el impacto del plástico y el compostaje.
- ✓ Compartir buenas prácticas en el sector de crecimiento del lúpulo y otros sectores agrícolas.





# INFORMACIÓN BÁSICA

Nombre del Proyecto: LIFE BioTHOP, LIFE18 ENV/SI/000056

Transformación de bio-tutores para el cultivo del lúpulo en nuevos productos para el sector del envase y de la agricultura

## COORDINADOR BENEFICIARIO



**INŠTITUT ZA HMELJARSTVO  
IN PIVOVARSTVO SLOVENIJE**  
*Slovenian Institute of Hop Research and Brewing*

IHPS: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije  
Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, Slovenia

## SOCIOS BENEFICIARIOS

Lankhorst Euronete (Portugal) - LEP  
Zelfo Technology Technology Technology (Germany) - ZT  
TRIDAS (Czech Republic) - TRIDAS  
Tecnopackagingpackaging (Spain) - TECNOPACKAGING  
Slovenian Tool and Die Development Centre (Slovenia) - TECOS  
Development Agency Savinja (Slovenia) - DAS



**FECHA DE COMIENZO:** 01/07/2019 **FECHA DE FIN:** 31/06/2022

**PRESUPUESTO TOTAL:** 1,919,901 €

**CONTRIBUCIÓN DE LA UNION EUROPEA:** 1,055,945 € (= 55% of the total budget)

**SITIO WEB:** [life-BioTHOP.eu](http://life-BioTHOP.eu) **EMAIL:** [barbara.keh@ihps.si](mailto:barbara.keh@ihps.si)

El Proyecto BioTHOP ha sido apoyado económicamente por el programa LIFE, el **Ministerio de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la República de Eslovenia** y 6 municipios del Valle inferior de Savinja, la región productora de lúpulo más grande de toda Eslovenia, y por la **Asociación de Cultivadores de Lúpulo de Eslovenia**.

El programa LIFE es el instrumento de financiación de la Unión Europea para el medio ambiente y la acción por el clima, creado en 1992. El periodo de financiación 2014-2020 supone un presupuesto de 3.4 billones €. El programa LIFE proporciona oportunidades de financiación para el apoyo de Proyectos de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Acción Climática en toda la UE. El ratio de cofinanciación máximo para Proyectos es del 55%, 60% o 75%, dependiendo de la temática del Proyecto.

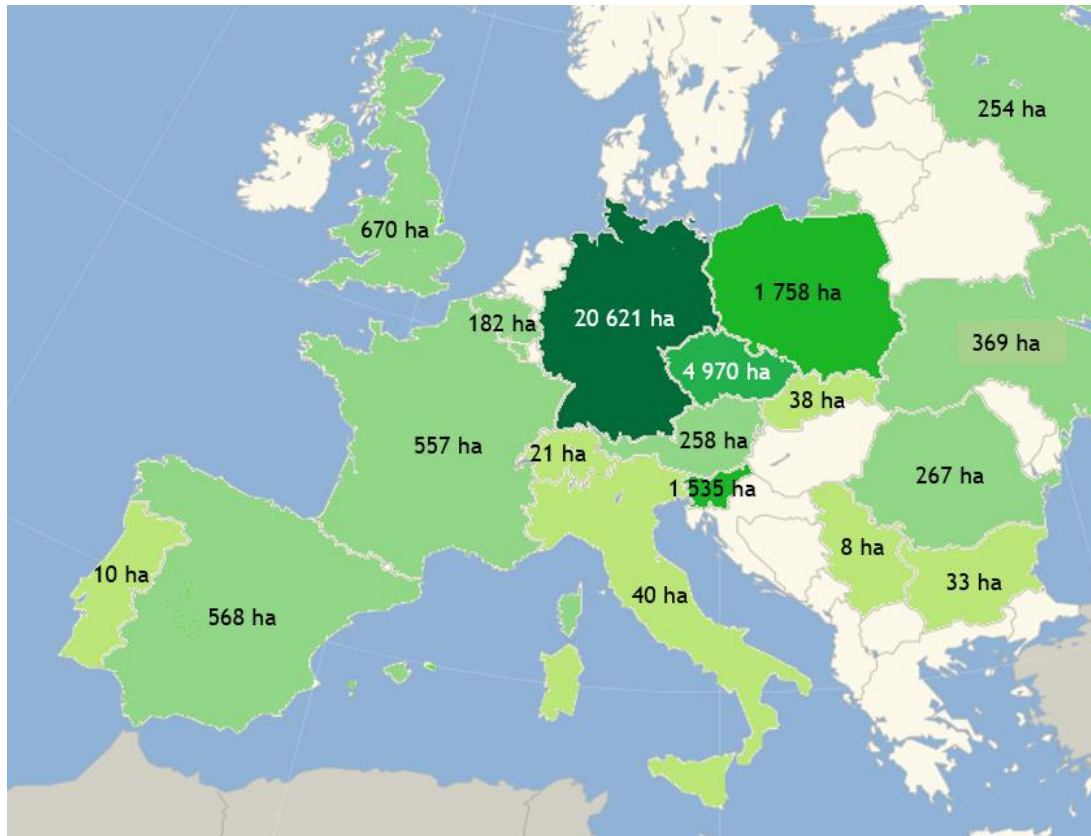
## Impacto regional

El Proyecto BioTHOP está estrechamente afiliado a 6 municipios del Valle inferior de Savinja, que también actúan como cofinanciadores del Proyecto (Municipios de Braslovče, Polzela, Prebold, Tabor, Vransko y Žalec). El Valle inferior de Savinja es la región productora de lúpulo más grande de Eslovenia, poseyendo cerca de 1.100 hectáreas (ha.) de plantaciones de lúpulo. También son cofinanciadores del Proyecto la



Asociación de Agricultores de Lúpulo de Eslovenia, ya que son los usuarios finales del hilo tutor biodegradable para el crecimiento del lúpulo. Son los que realizan el compostaje, reutilizándolo en las plantaciones futuras, y también se quedan con la biomasa tras la cosecha, que puede usarse para la fabricación de otros productos biodegradables.

*Con cerca de 1100 ha., el Valle inferior de Savinja y sus 6 municipios suponen más de un 3% de la producción europea de lúpulo*



*Hectáreas de producción de lúpulo por país de la UE*

# Acciones

## Acción A1

Estudio de campo con los actuales residuos de PLA y lúpulo

Antes de empezar el Proyecto BioTHOP, IHPS llevó a cabo un análisis previo con el hilo de PLA comercial “Elite bio twine”, producido y suministrado por Lankhorst Euronete Portugal (LEP) para cultivos de lúpulo. Se concluyó que, con algunas modificaciones en el material, el tutor de PLA era un buen sustituto del Polipropileno (PP). También se estudiaron cordones derivados de fibras naturales (coco, cáñamo, yute o celulosa). Sin embargo, el cordón de PLA resultó el candidato más prometedor. En verano de 2019 se realizaron estudios de campo en 30 hectáreas de cultivo de lúpulo en el Valle inferior de Savinja (La región demostrativa del Proyecto). Tras ello se recogió el desperdicio la cosecha para la acción B1, y se usaron tutores de PLA en los análisis realizados en la acción B2, en septiembre de 2019.

## Acción B1

Revalorización de restos de lúpulo como materia prima.

La Acción B1 fue implementada en conjunto por IHPS y LEP, y con la colaboración de diversos productores de lúpulo. En 3 años 225 toneladas de biomasa de lúpulo han sido utilizadas para experimentos de compostaje. Las observaciones y medidas tomadas fueron analizadas con el fin de elaborar una guía técnica para un correcto compostaje. Zelfo Technology (ZT) desarrolló dos técnicas de extracción de fibras de la biomasa recolectada: Una para procesos de transformación de plástico, y otra para la generación de pulpa de celulosa. Tecnopackaging se encargó de la producción y optimización del material biocomposite.

## Acción B2

Ajuste del tutor de PLA para el sector de cultivo del lúpulo.

En la Acción B2 se demostró la capacidad del tutor de PLA modificado en la industria de cultivo del lúpulo. La acción fue coordinada por LEP, focalizándose en especial en la producción y optimización del cordón de PLA. IHPS se encargó de la validación del nuevo tutor en base a su conocimiento sobre el lúpulo y los requisitos necesarios para el compostaje in-situ, dando pautas para su optimización y correcta funcionalidad.

## Acción B3

Demostración a Escala Piloto en el sector del envase

En la Acción B3 se demostró la idoneidad de los restos de lúpulo para su inclusión en el sector del envasado en forma de fibras. Fue coordinada por TRIDAS, cuya especialidad es la demostración de embalajes. ZT optimizó el procesado de la fibra extraída de la biomasa específicamente para este proceso, dando pautas para facilitar su procesabilidad en el futuro.

## Acción B4

Demostración a Escala Piloto de accesorios para horticultura

En la Acción B4 se demostró la capacidad de las fibras recuperadas para crear materiales biocomposite con base de PLA, destinados a la inyección en molde de productos para el sector de la horticultura. TECOS coordinó esta tarea, focalizándose en la producción de demostradores funcionales. Tecnopackaging optimizó la formulación del material biocomposite basado en las fibras suministradas por ZT.

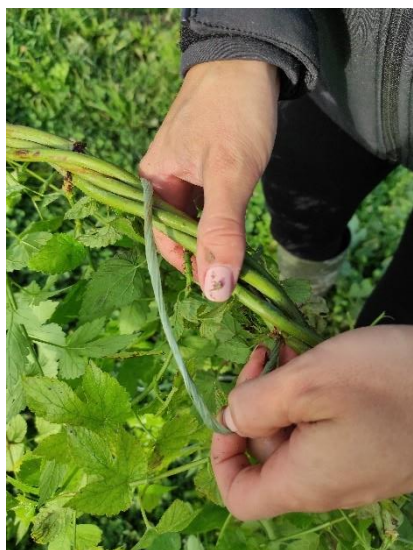
|           |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acción B5 | Replicación y transferencia a otros sectores                                | En la acción B5 se transfirieron los objetivos de BioTHOP a otras localizaciones de la UE, y a otros sectores industriales. Se replicaron los resultados en Eslovenia (regiones de Koroška, Ptuj y Ormož) y otros países (Austria, Chequia). Esta acción fue coordinada por la Agencia de Desarrollo de Savinja con la colaboración de todos los socios y el conocimiento específico de IHPS de las regiones objetivo.                                                                                                                                                                                   |
| Acción C1 | Supervisión del Proyecto                                                    | La Acción C1 consistió en el seguimiento del propio Proyecto, incluyendo las medidas necesarias para su óptima ejecución, y una evaluación del impacto causado. Estas medidas resultaron muy efectivas para cumplir los plazos asignados en la propuesta, y para la detección temprana de potenciales retrasos, o dificultades técnicas y/o económicas que pudieran ocurrir durante la ejecución del Proyecto.                                                                                                                                                                                           |
| Acción C2 | Conclusiones y recomendaciones                                              | Las conclusiones y recomendaciones del Proyecto se han basado en la monitorización realizada. La evaluación consistió en la comparación de los objetivos esperados con el progreso realizado en la acción preparatoria (A1) y la implementación de las diversas acciones del Proyecto (B1-B5) para estimar los resultados del Proyecto y los beneficios de sus productos.                                                                                                                                                                                                                                |
| Acción D1 | Estrategia de comunicación                                                  | Los objetivos principales de la acción de comunicación son asegurar una correcta difusión de la información del Proyecto y aumentar el impacto conseguido gracias a su desarrollo y resultados. Los efectos más interesantes fueron difundidos entre audiencias objetivo, mediante el uso de los medios de comunicación adecuados.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Acción D2 | Diseminación de los resultados del Proyecto y participación de stakeholders | En la Acción D2 todos los socios participaron en la diseminación de los resultados del Proyecto a nivel local, nacional e internacional e impulsaron la participación de inversores durante y tras la ejecución del Proyecto. Las actividades contribuyeron a ampliar la conciencia del público general, SMEs, grandes empresas, asociaciones, municipios, clusters, cooperativas agrarias, instituciones de investigación y organismos gubernamentales sobre la gestión y revalorización de residuos de lúpulo y los beneficios de los productos bioplásticos para el medio ambiente.                   |
| Acción E1 | Gestión del Proyecto                                                        | Esta acción incluye todas las actividades relacionadas con la gestión del Proyecto, siguiendo las últimas modificaciones del reglamento LIFE, y los procedimientos legales y jerarquía acordada en el acuerdo entre los socios, incluyendo la junta del comité de dirección. Se estableció la dirección práctica del Proyecto para que las actividades técnicas fueran ejecutadas ordenadamente. Gracias a un control periódico de las acciones y subacciones realizadas, se cumplieron los objetivos clave del Proyecto, siguiendo el cronograma establecido y el presupuesto plasmado en la propuesta. |



# Optimización del tutor

El éxito del tutor biodegradable ha supuesto una nueva etapa en la gestión de residuos de biomasa de lúpulo. Hasta ahora, las plantaciones en Eslovenia se desarrollaban usando tutores de Polipropileno (PP), lo que limitaba considerablemente el valor de la biomasa. Los restos de PP hacen que no se permita su uso para compostaje, ni su reutilización como fertilizante en el suelo de las plantaciones.

En otras regiones se usan cables de acero como soporte. Estos cables se pueden reciclar para hacer nuevos productos de acero, pero la biomasa recogida resulta poco apta para compostaje. Otra alternativa son los tutores hechos de fibras naturales como el Yute o el sisal. Sin embargo debido a su alto precio pocos productores de lúpulo se las pueden permitir.



El Instituto Esloveno de Investigación y Elaboración de Lúpulo (IHPS), Lankhorst Euronete Portugal (LEP), y la comunidad de productores de lúpulo del valle de Savinja trabajaron conjuntamente en la optimización del tutor para lúpulo. Se partió del hilo comercial "Elite BIO" hecho para plantas de tomate y pimientos, y usado comúnmente en invernaderos en el norte de Europa.

Durante tres temporadas (2019-2021) llevó a cabo un proceso iterativo de mejora para cumplir los requerimientos exactos del Proyecto BioTHOP.

*Muestra de tutor BioTHOP recogido para análisis tras la cosecha del lúpulo.*

El producto resultante es un cordón fácil de manejar, y con una alta resistencia, que supone un robusto soporte para las plantas de lúpulo durante su crecimiento, incluso en condiciones meteorológicas adversas.

Las propiedades de compostabilidad de este cordón han sido evaluadas tanto por los usuarios (productores de lúpulo del valle de Savinja) como por un laboratorio certificado, bajo la norma ISO 13432. Los resultados mostraron la rápida degradación del hilo en la pila de compost, transformándose en Ácido láctico, el cual puede ser digerido por bacterias.



*Plantas con tutor de BioTHOP*



*Aplicación del tutor BioTHOP*

El cordón se lanzó al mercado, y se ampliará su distribución para productores de lúpulo a nivel mundial en 2022.

*Tutor BioTHOP (verde) tras 2 meses en una pila de compost*



# Revalorización de los residuos de lúpulo

Gracias a la implementación del tutor de BioTHOP, la biomasa recopilada tras la cosecha del lúpulo se convirtió en materia prima apta para **compostaje** y para la **extracción de fibras**.



En estrecha colaboración con los productores de lúpulo del Valle inferior de Savinja (la principal región demostrativa del Proyecto) y durante 3 años, se realizaron experimentos a gran escala en el Instituto Esloveno de Investigación y Elaboración de Lúpulo (IHPS) usando un total de 675 toneladas de biomasa para la definición paso a paso de un compostaje óptimo. Las primeras pruebas consistieron en el estudio de la biomasa recolectada, su contenido nutricional, el tamaño de las partículas, y diferentes métodos de recogida de esta. Se monitorizó visualmente la degradación de la biomasa, midiendo su temperatura diariamente, y realizando análisis químicos periódicos. Las pilas de compost

seleccionadas fueron sometidas a un régimen aireado consistente en la oxigenación de las pilas mediante la mezcla y vuelco del material. Se observó que el hilo tutor de BioTHOP se desintegraba casi por completo en pocos meses al ser sometido a estas condiciones de compostaje controladas.



Al final del proceso se obtuvo un compost rico en nutrientes, apto para su uso como fertilizante. Con un porcentaje de masa orgánica por encima del 35%, los ensayos biológicos realizados demostraron que el compost era químicamente estable y estaba listo para ser usado. La degradación del tutor resultó mejor al cortar los restos del tallo de lúpulo en pequeñas secciones, y aplicando las condiciones de aireado desarrolladas. Como la degradación del tutor es más lenta cuando este se encuentra en los extremos de la pila, es necesaria removerla y volcarla periódicamente. La biomasa en si resulta una fuente idónea para compostaje, especialmente al ser reducida a partículas de entre 3 y 5 cm.

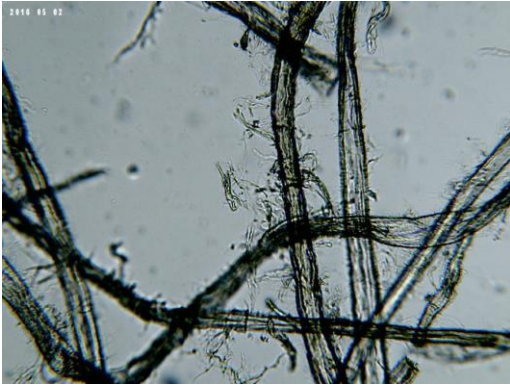


El compostaje de toda la biomasa cosechada (hojas y tallos) resultó más eficiente que el compostaje de los tallos por separado, ya que aumenta el contenido en nutrientes y hay menos espacios vacíos. Así, se produce una fase termofílica mayor, clave para la degradación del PLA. El seccionado en pequeñas partículas y el frecuente volcado de la pila son los factores más prometedores para conseguir un compostaje eficiente. Al final del Proyecto se desarrolló una guía técnica paso a paso para un correcto compostaje in-situ.



La biomasa cosechada también sirvió como fuente para la extracción de fibra. El procedimiento para la obtención de una materia prima válida, y su consecuente implementación técnica a modo demostrador fue desarrollado por el socio Zelfo Technology (ZT).

El material en forma de fibra se utilizó más adelante en el proceso de producción de biocomposites, que pueden ser transformados en varios productos, desde macetas para horticultura hasta envases protectores para botellas de vino.



*Hebras de celulosa desfibrilada en Zelfo Technology*

Para adaptarse a estos sistemas (1. Producción de plástico; 2. Moldeo de pulpa), se ingenizaron dos tipos de fibra usando los tallos del lúpulo como componente clave. Para crear el aditivo para bioplástico se utilizaron aquellos con restos de PLA, mientras que para el moldeo de pulpa se utilizaron tallos con restos de tutor de celulosa.

Para la revalorización del residuo de lúpulo, ZT empleó su sistema de ingeniería de fibras, demostrando la idoneidad de la biomasa para ser transformada en aditivos que más tarde serán procesados mediante dos tecnologías distintas: Transformación de plásticos para la creación de biocomposites, y moldeo de pasta de pulpa, para fabricar bandejas protectoras para botellas de vino.



*Fibras extraídas de la biomasa de lúpulo*

Se consiguió que ambos aditivos cumplieran los requerimientos para su procesabilidad y para el producto final. Para los productos hechos con pulpa se requirió una fibrilación tridimensional de la fibra, obteniendo un producto intermedio más mullido que favoreciera el mezclado estructural con la pulpa matriz usada en la formación de la bandeja final.



*Fibra de lúpulo procesada y limpia.*

Una vez se optimizó la fibra, se distribuyeron lotes de prueba a los socios encargados de la producción industrial, en septiembre de 2021, empleándose esta con éxito en la fabricación de ambos productos finales.

En cuanto al envase de botellas de vino, no existe en el mercado actual un material hecho con fibras de tutor de celulosa para lúpulo, lo que supone que este envase es pionero a nivel mundial.

Además de alcanzar los objetivos originales del Proyecto, de crear un aditivo sostenible para bioplásticos y procesos de moldeo de pulpa para packaging, Zelfo Technology ha producido paneles para uso interior basados en la fibra de lúpulo y PLA 100% libres de adhesivo. Actualmente estos paneles están disponibles en grosores de hasta 1 cm, y dimensiones de 1.8 x 0.7 metros aproximadamente. La densidad de estos paneles si se producen sin aditivo es de 1.4-1.5 gramos por centímetro cúbico. Densidades mas bajas pueden ser conseguidas mediante la introducción de la fibra residual de lúpulo y PLA, hasta un nivel de +/- 50%. Estos paneles están disponibles en su versión vista al natural (similar al MDF), así como en dos variantes pre-coloreadas de marrón óxido y verde oscuro.

# Biocomposite

La fibra pulverizada se envió desde Zelfo Technology (ZT) a Tecnopackaging, España, donde tiene lugar la fabricación de los biocomposites. El primer paso fue el pretratado de la fibra para eliminar toda humedad interna y favorecer su procesado. Este tratamiento térmico es crucial a la hora de obtener un material final de alta calidad.



*Máquina extrusora (COPERION)*

Al salir por la boquilla, el composite BioTHOP está demasiado caliente, y no puede manipularse, con lo cual debe pasar por un proceso de refrigeración. Esto se consigue gracias a su paso por un largo baño de agua posicionado junto a la boquilla de salida. Al final del baño una máquina peletizadora se encarga de seccionar el hilo en pequeños pellets para su posterior procesado.

El material resultante fue sometido a un post procesado para eliminar toda humedad absorbida durante el paso por el baño de agua, y prevenir la hidrólisis del biocomposite. Tras este segundo secado, el material fue empaquetado y mandado a TECOS, en Eslovenia. Allí fue mezclado con PLA a diferentes porcentajes y utilizado para el moldeo por inyección de macetas como accesorios para horticultura.

Luego se produjo el proceso de extrusión. Las fibras secas se mezclaron con una matriz polimérica biobasada derivada del almidón, un material biodegradable que dio al composite la elasticidad requerida por el producto final. Esto es, las macetas para horticultura, que necesitan ser deformables para su óptima manipulación.

Los materiales se introdujeron en una máquina extrusora diseñada para mezclar varios materiales mediante calor y fricción, y cuya combinación es expulsada a través de una boquilla cilíndrica, en forma de hilo continuo de material.



*Caracterización mecánica de los composites BioTHOP*



macetas en TECOS, quien evaluó el comportamiento del material a gran escala. En base a ello se fueron realizando modificaciones hasta obtener la mezcla óptima.

Todos los materiales se caracterizaron mecánicamente mediante ensayos de tracción y flexión siguiendo la norma ISO. ZT, TECOS y Tecnopackaging colaboraron en el escalado de las mezclas mas prometedoras. Estas fueron utilizadas para la inyección de



*Pellets de biocomposite*



# Demostración a escala piloto en el sector del envasado

TRIDAS produjo el demostrador de envases (bandejas protectoras para botellas de vino) mediante la tecnología de moldeo de pulpa, con el material suministrado por Zelfo Technology (ZT). La similitud de las fibras desarrolladas por ZT con el material ya utilizado favoreció su introducción directa en la línea de procesamiento en TRIDAS. Para la producción del demostrador final se utilizó una mezcla de 50% residuo de lúpulo y 50% recortes de cartón.



*Formación de bandejas en la cadena de producción*

El embalaje de fibra moldeada es una solución ecológica con tradición y futuro. TRIDAS utiliza actualmente como materia prima recursos renovables como materiales reciclados, desechos de periódicos, cartón o pulpa virgen, papel de eucalipto, celulosa de azúcar, o desechos agrícolas. Así, obtienen productos 100% reciclados, reciclables, compostables y neutros en CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. El proceso de moldeo de fibra es 100% sostenible ya que no involucra el uso de sustancias tóxicas, y produce un impacto ambiental bajo. Los envases obtenidos son productos totalmente biodegradables, conformes con los certificados ISO, OHSAS

y FSC y con los estándares de la UE para puntos ecológicos.



*Bandejas en proceso de secado*

industrias. La oportunidad de utilizar fibra de lúpulo como materia prima se emparejó con la idea de un producto sostenible, cubriendo una demanda de mercado aun no solventada. A la vez se le quiso dar un enfoque circular, contribuyendo a la reducción de los residuos agrícolas. Para ello TRIDAS usó un 50% de la fibra de desecho de lúpulo recuperada y modificada como materia prima y 50% de recortes de cartón en una nueva serie de envases demostradores: Bandejas protectoras para botellas de vino.

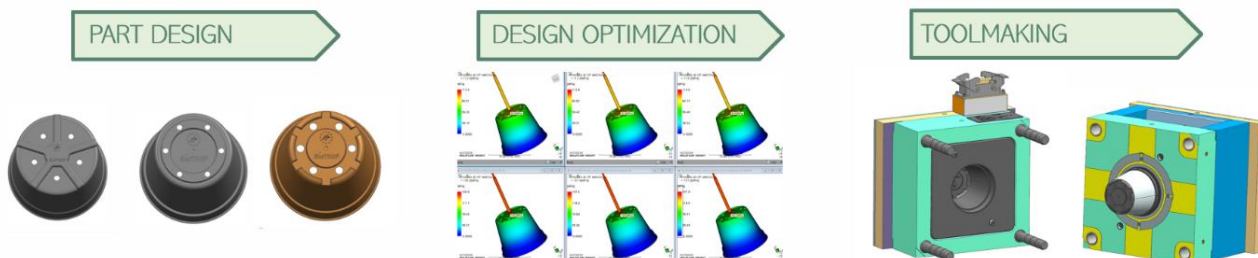
TRIDAS posee una alta capacidad tecnológica para la investigación, diseño y desarrollo de producto. Esto hace que pueda fabricar una gran variedad de productos a gran escala de alta calidad y fácil aplicación en diferentes



*Producto final: Bandeja para botella de vino*

# Demostración a escala piloto en el sector de accesorios de horticultura

TECOS se encargó del desarrollo de las macetas biodegradables para diferentes tipos de plantas en el sector de la producción hortícola. Estos envases se basan en matrices termoplásticas biodegradables y de base biológica, reforzadas con las fibras de lúpulo extraídas de la biomasa cosechada, y micronizadas. Las fibras fueron recuperadas y modificadas por el socio Zelfo Technology (ZT), mientras que el biocompuesto fue desarrollado con la tecnología de compuestos plásticos por el socio Tecnopackaging.



Los materiales finales, que contienen aproximadamente un 20 % de fibras de lúpulo, son procesados mediante moldeo por inyección. El objetivo de esta acción fue demostrar la viabilidad de utilizar las fibras de desecho de lúpulo en materiales biocomposites reforzados, reemplazando las macetas convencionales basadas en recursos fósiles. Con lo cual, la implementación de esta acción comenzó por el diseño de la pieza, la fabricación de herramientas auxiliares y el molde, la producción de la propia pieza, y finalmente la validación y las pruebas de fin de vida.



Los demostradores finales fueron validados para cultivo de plántulas de lúpulo por IHPS en el primer trimestre de 2022. La acción también implicó la producción de macetas de demostración (2.000 demos) hechas del biocomposite desarrollado en Tecnopackaging, mediante pequeñas series realizadas en una línea de producción a escala piloto ubicada en las instalaciones de TECOS. Se probaron diferentes proporciones de material, y IHPS evaluó cuál era el más adecuado para las macetas. El consumo anual de IHPS de macetas para plántulas de lúpulo supera las 150.000 piezas, por lo que la importancia de utilizar materiales sostenibles para tales fines es especialmente alta.



*Línea de inserto de plantas de lúpulo*



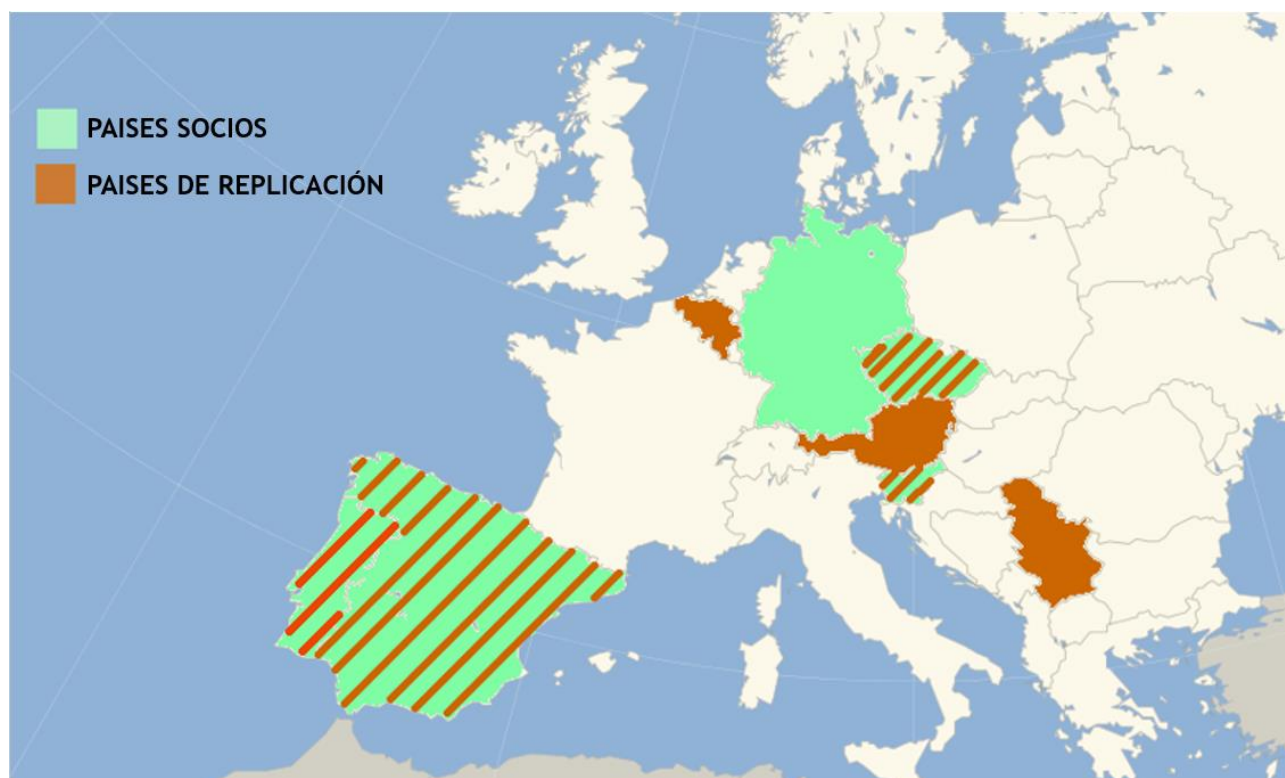
*Maceta de BioTHOP con compost*



# Replicación y transferencia

Se planeó replicar y transferir los resultados de BioTHOP a otras regiones y sectores industriales de la UE. Esta actividad se llevó a cabo desde tres enfoques: otros procesos de transformación (extrusión soplado), nuevas aplicaciones (biofilms) y transferencia entre distintas localizaciones (implementación de los productos replicados en al menos otros 5 países de la UE).

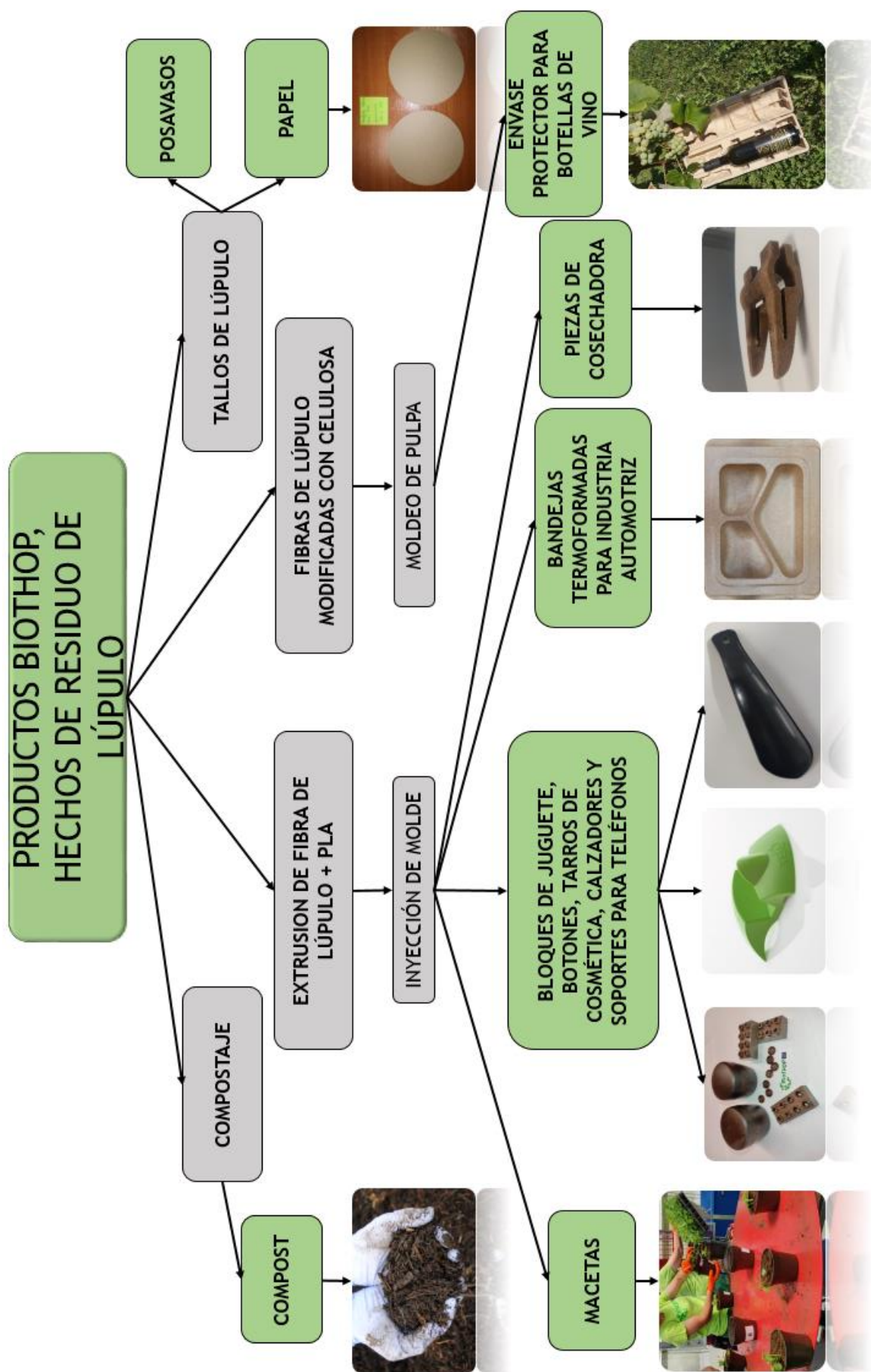
Las localizaciones para replicar la implementación del tutor de BioTHOP en la producción de lúpulo fueron la región de **Steiermark (Austria)**, **Saaz (Chequia)**, y tres regiones en Eslovenia: **Koroška, Dornava y Ormož**. En 2021 se testeó el tutor desarrollado en 1 ha. de cada región. La replicación en Chequia se hizo de dos formas: aislada, y conjunta con tutores de hierro, material comúnmente usado allí. En esta combinación, se sustituyó la parte del hilo plástico (25 cm) que se ata al cable metálico para encajarse en la construcción. Además, en 2021 también se realizó la implementación del nuevo tutor en otras regiones de cultivo del lúpulo, a menor escala: **Bélgica, Serbia, Portugal** y la región de **Severna Primorska**, en Eslovenia.



En las localizaciones de Eslovenia, Bélgica y Serbia, no hubo problemas notables con el hilo de BioTHOP. Fue valorado como un sustituto viable del hilo de polipropileno (PP) por los productores de lúpulo. Donde sí hubo inconvenientes fue en las localizaciones donde se utilizan tutores de hierro; En estos países (República Checa y Austria), los sistemas de corte en las máquinas de cosecha son distintos. Con ellos el cable de hierro es fácil de cortar debido a su rigidez, pero un hilo más blando, como el utilizado, se enreda en las cuchillas de cosecha y otros mecanismos. Ya que actualmente la compra de nuevas cosechadoras es inviable económicamente, se decidió sustituir como punto de partida una sección de 25 cm de hilo que se utiliza en combinación con cables de hierro.

Los materiales del compuesto BioTHOP se transfirieron a otros sectores y países (ejemplo: sector FMCG en España y Alemania), mediante la fabricación de productos del compuesto BioTHOP, como recubrimientos termoformados para la industria automotriz, botones, o bloques de juguete.

De esta actividad se han extraído las pautas para una rápida transferencia y adopción de los resultados de BioTHOP en otros productos/sectores potenciales.





# Acciones de comunicación

17 artículos científicos

Concurso de fotografía “Lúpulo y entorno”

Redes con 38 Proyectos, 4 regiones Eslovenas y 7 países

1 volante informativo  
3 notas de prensa  
5 flyers  
9 newsletters

674 seguidores en FB,  
261.789 visitas en redes sociales

Presentación del Proyecto a 337.300 visitantes en ferias

1.698.970 lectores en periódicos y radio /audiencia de TV

FB (261.789 vistas, 674 seguidores)  
Instagram (282 seguidores)  
LinkedIn (221 seguidores)  
Youtube (37 videos)

2 nominaciones:  
ZT y TRIDAS anunciados en 2021 por el radar de innovación de la EC como empresas clave en el mercado, por el uso de fibras extraídas de desecho de lúpulo para el envasado de botellas.  
BioTHOP como finalista en la categoría de idea dentro del concurso “NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA AGRICULTURA” de Agrobiznis (SI) en 2021

[www.life-biothop.eu](http://www.life-biothop.eu)  
(5.283 usuarios, 27.493 visitas web)

24 artículos en revistas y periódicos

## Impacto medioambiental del Proyecto a largo plazo

El objetivo del Proyecto BioTHOP consiste en la reducción de los residuos generados durante el cultivo del lúpulo por los tutores de plástico. Gracias a la introducción del hilo biodegradable BioTHOP se logró la sustitución de gran parte de este cable. Adicionalmente, los agricultores pudieron generar su propio abono a partir de residuos de lúpulo mezclados con restos de tutor sin tamizar el abono ni separar los hilos de plástico. Se implementaron además varias formas de uso adicionales de los residuos de lúpulo, en el sector de accesorios de embalaje y horticultura.

La revalorización de la biomasa de lúpulo y su inclusión en matrices poliméricas biobasadas suponen una reducción significativa del uso de plásticos de origen fósil. Los dos resultados principales de BIOTHOP (macetas de horticultura y envases hechos por moldeo de pulpa) han demostrado ser productos de alta calidad, pudiendo competir a nivel de mercado con sus homólogos de origen fósil. Los resultados no solo cumplen con su funcionalidad mecánica, sino que una vez finalizada su vida útil como envases o macetas, pueden ser utilizados nuevamente para compostaje.

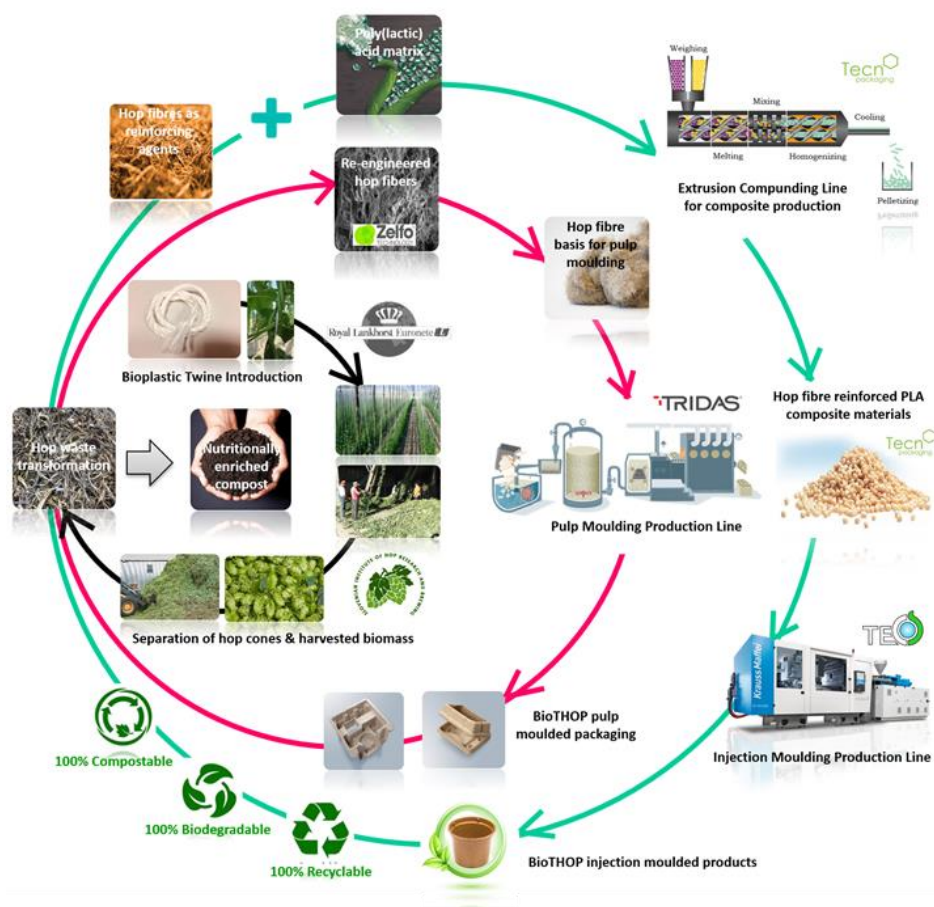
Encuétranos en: [www.life-BioTHOP.eu](http://www.life-BioTHOP.eu)

Gracias al Proyecto BioTHOP se ha introducido un tutor 100% compostable en los campos de lúpulo, como una alternativa ecológica a las cuerdas de Polipropileno (PP) que se utilizan hoy en día, y cuya degradación en la naturaleza puede tardar hasta 450 años.

Para la implementación de una economía circular, los socios del Proyecto cumplieron el objetivo de aprovechar la biomasa de lúpulo con restos de este nuevo hilo tras la cosecha y fabricar nuevos productos bioplásticos en los sectores de la horticultura, la agricultura y el envasado.

El Proyecto fue coordinado por el Instituto Esloveno de Investigación y Elaboración de Lúpulo y contó con 6 socios más de 5 países de la UE: el grupo portugués Lankhorst Euronete, la empresa alemana Zelfo Technology, TRIDAS de la República Checa, Tecnopackaging en España, el centro tecnológico esloveno TECOS y la Agencia de Desarrollo Savinja.

Este proyecto ha sido realizado con la contribución del instrumento financiero LIFE, de la Unión Europea.



### Modelo de economía circular propuesto por el Proyecto BioTHOP:



Tutor biodegradable BioTHOP de PLA para plantaciones de lúpulo



Fibras modificadas de residuos de lúpulo



Compost de biomasa de lúpulo



Bio-composite fabricado con restos de residuo de lúpulo



Macetas biodegradables



Envase biodegradable para botellas de vino