



# FORTEXUAL

***Biochar mediante pirólisis de recursos forestales: oro negro para la agricultura sostenible en un modelo de bioeconomía circular***

IES LA GRANJA-HERAS (CANTABRIA). 30/05/2025



VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIOÑO  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



CENTRO  
TECNOLÓGICO



[www.centrotecnologicoCTC.com](http://www.centrotecnologicoCTC.com)



ATRÉVETE A INNOVAR

## Selección de áreas de actuación para la realización de trabajos silvícolas

### Factores excluyentes

Las zonas que no cumplen con estos factores son excluidas de las posibles áreas de actuación del territorio



### Factores ponderados

Se valoran en una escala cuantitativa, donde a mayor puntuación, más favorable es la zona para la ejecución del proyecto



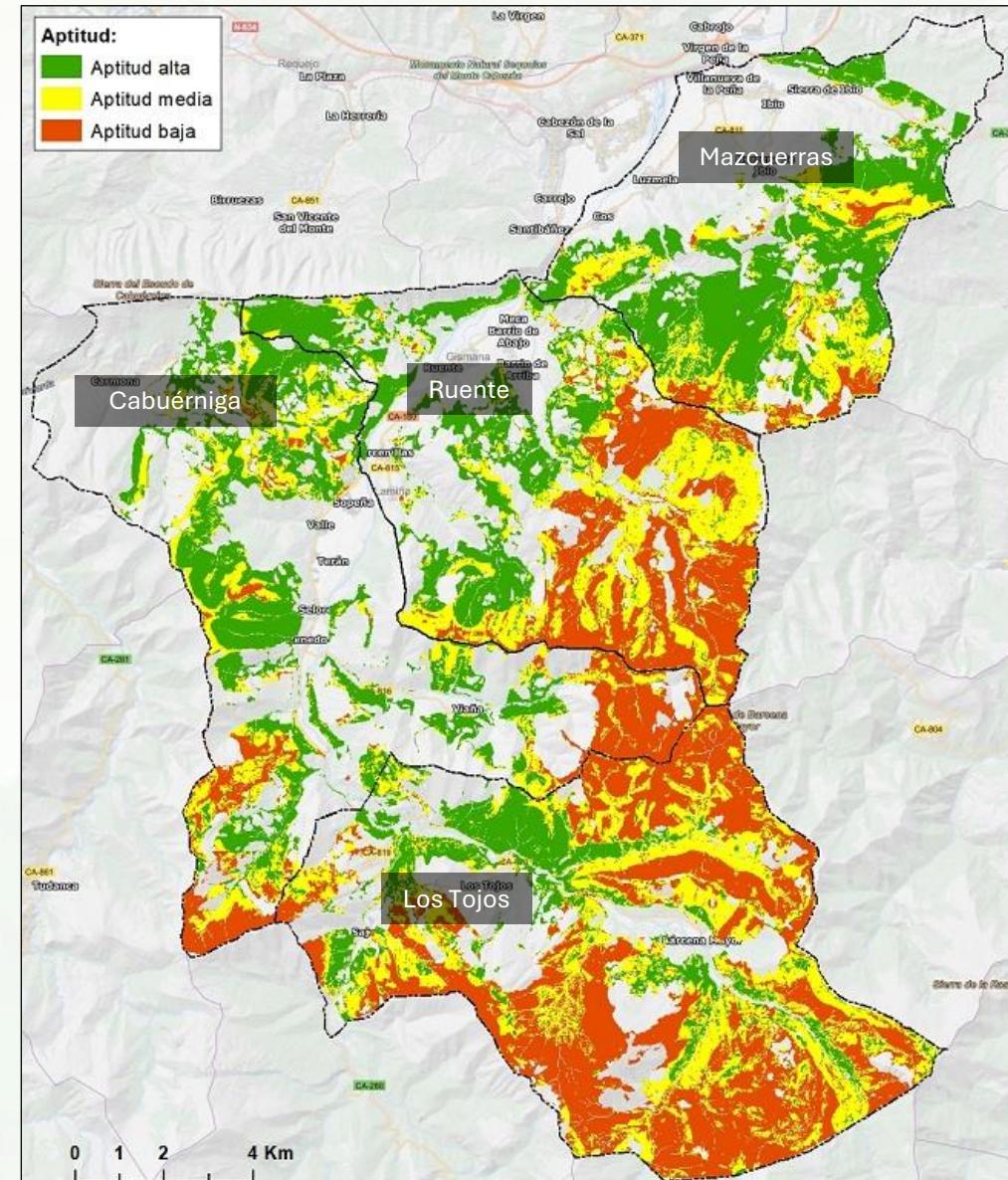
## **Selección de áreas de actuación para la realización de trabajos silvícolas**

**El resultado final de la ponderación de los factores es la zonificación del territorio según su nivel de aptitud:**

**Zonas de alta aptitud:** son las más favorables para la explotación de biomasa, ya que las condiciones ambientales y sociales permiten minimizar las afecciones al medio natural y a la población

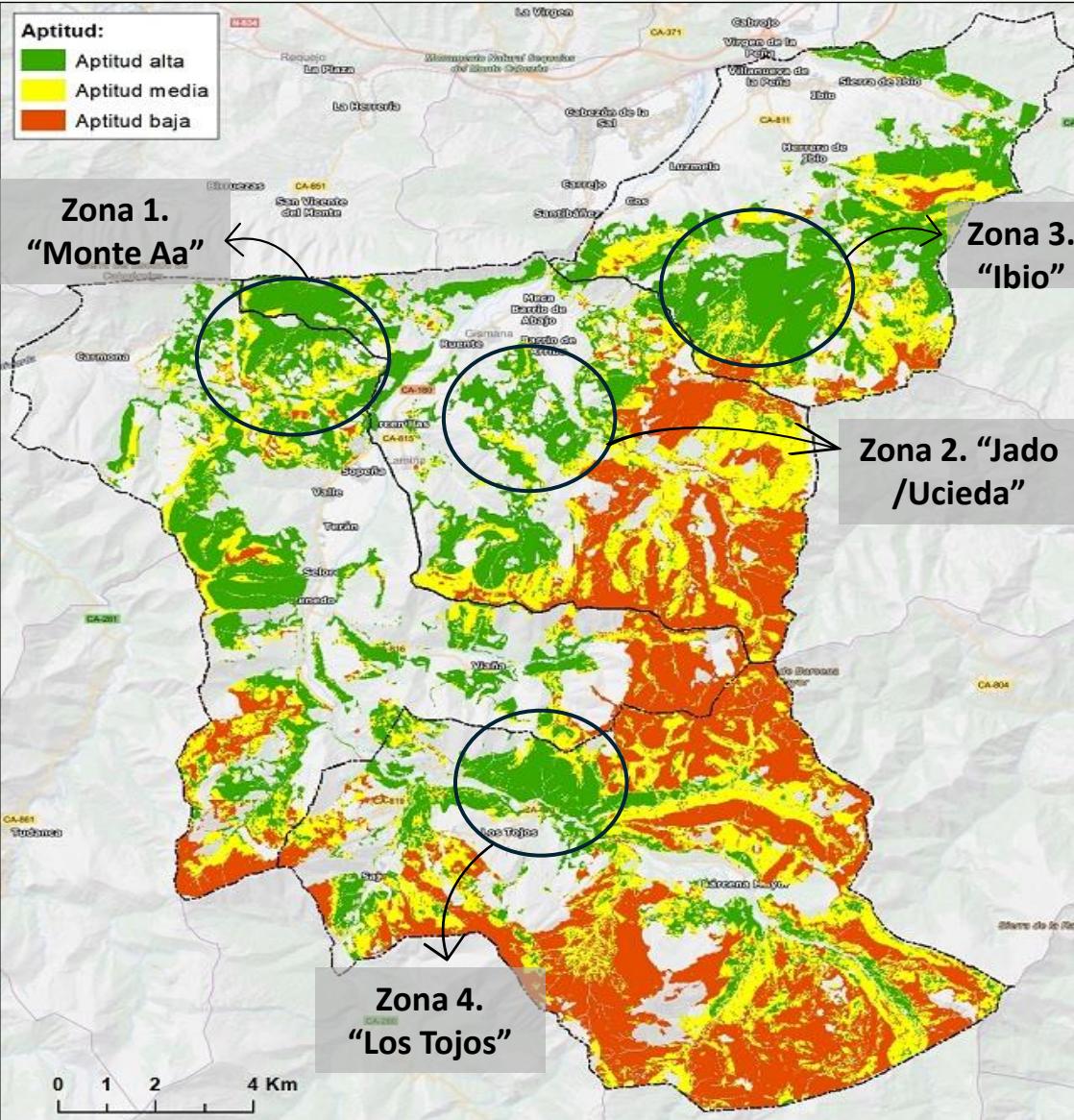
**Zonas de aptitud media:** Son favorables, pero presentan algunos condicionantes que podrían afectar el medio ambiente, la población o incrementar los costes y la complejidad de los trabajos.

**Zonas de baja aptitud:** Áreas menos adecuadas debido a la presencia de factores desfavorables para el desarrollo de las actividades propuestas.



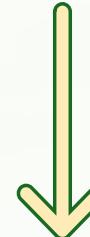
## Selección de áreas de actuación para la realización de trabajos silvícolas

### Parcelas seleccionadas



### Criterios de selección de especies

- Cantidad de material en zonas de alta aptitud
- Contenido en lignina
- Facilidad de peletizado
- Riesgo de incendio



### Especies óptimas para su valorización:

- Tojo "*Ulex europaeus*"
- Brezo "*Erica spp.*"
- Roble común "*Quercus robur*"
- Pino insigne "*Pinus radiata*"
- Eucalipto "*Eucalyptus globulus*"

Obtención de nuevos productos de alto valor con tecnología avanzada: BIOCHAR

# VALORIZACIÓN DE RECURSOS FORESTALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS INNOVADORAS

Según Directiva europea 2008/98/CE. **VALORIZACIÓN:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general. **VALORIZACIÓN ENERGÉTICA Y ECONOMÍA CIRCULAR**

Obtención de nuevos productos de alto valor con tecnología avanzada: BIOCHAR

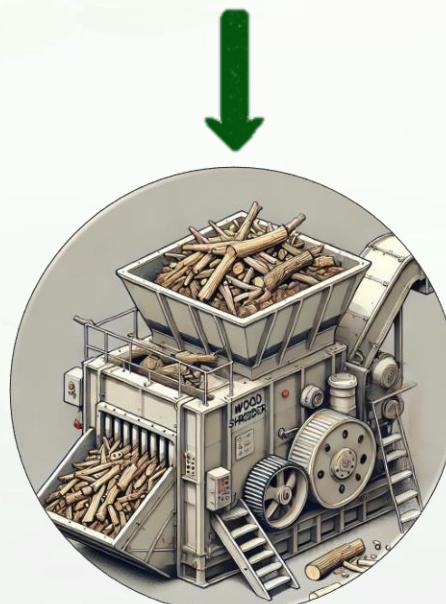
## Valorización de recursos forestales mediante tecnologías avanzadas



### 3. Obtención de nuevos productos de alto valor con tecnología avanzada: BIOCHAR

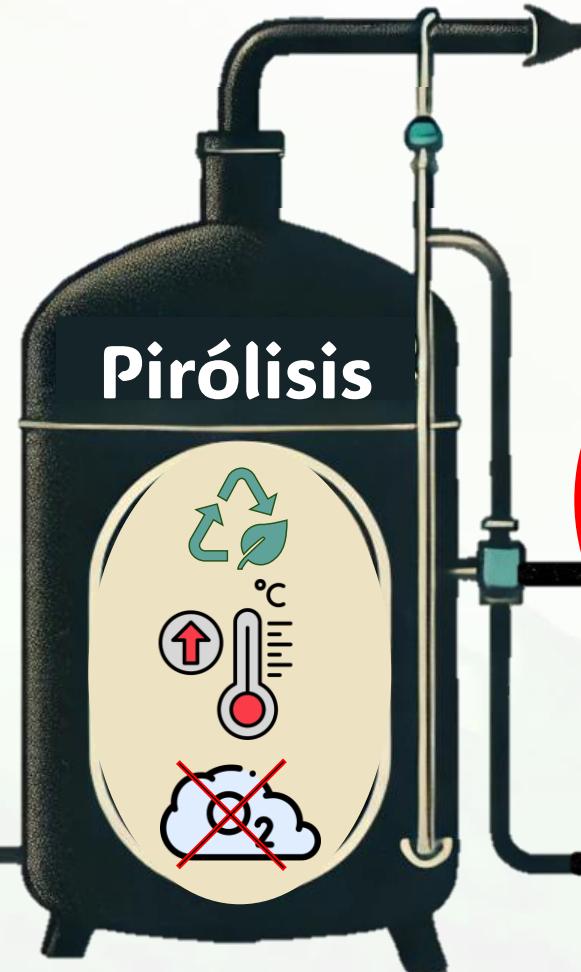


Biomasa forestal



Molienda y compactación

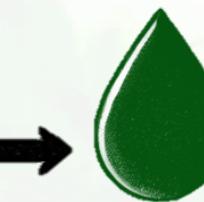
Horno



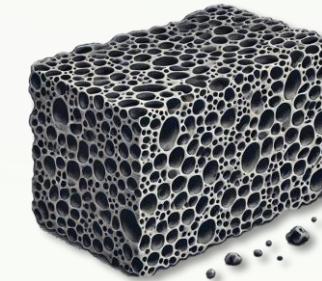
Biogás



Biochar



Bio-aceite



## Obtención de nuevos productos de alto valor con tecnología avanzada

### EXTRACCIÓN DE BIOMASA FORESTAL



### TRITURACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA MASA FORESTAL



## OBTENCIÓN DEL “BIOCHAR”- TECNOLOGÍA PIRÓLISIS

*“Proceso de descomposición química de compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno mediante un tratamiento térmico, operando entre temperaturas de 300°C y 900°C”*



### SUBPRODUCTOS DE VALORIZACIÓN:

- FASE SÓLIDA (BIOCHAR): usos de valor en agricultura
- FASE GASEOSA (SYNGAS): H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>,...biogas para producción energía en forma de calor / electricidad
- FASE LÍQUIDA (“BIO-FUEL”): biocombustibles, sustancias químicas de valor añadido

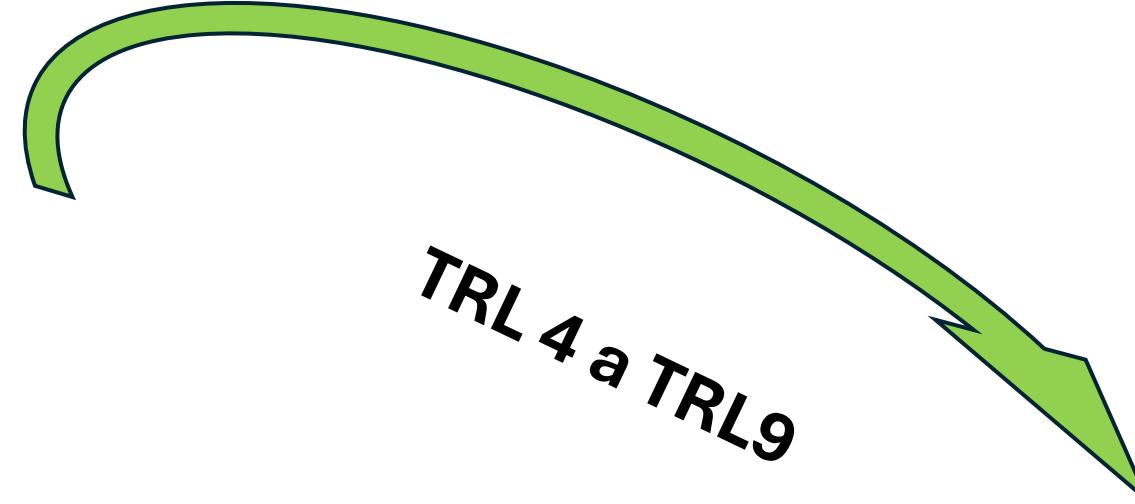
### Principales características físico-químicas del biochar:

*Material rico en carbono, inerte, alta estabilidad, estructura poroso, alta superficie específica, dispone de grupos funcionales*

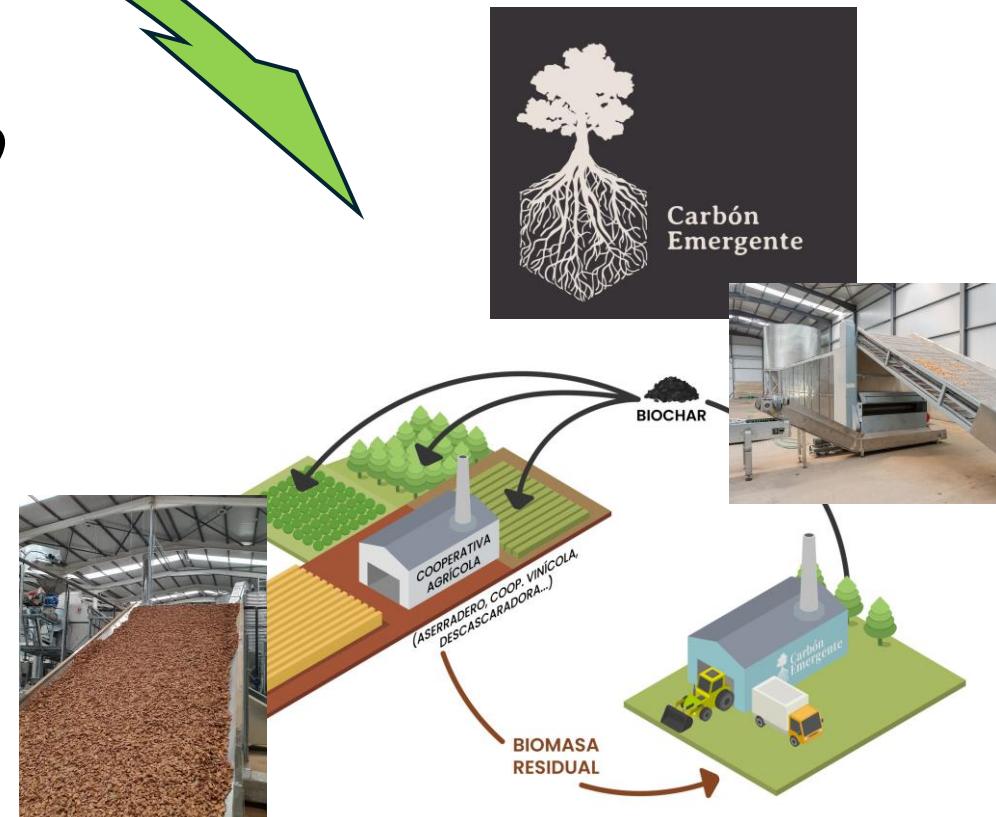
# PIRÓLISIS



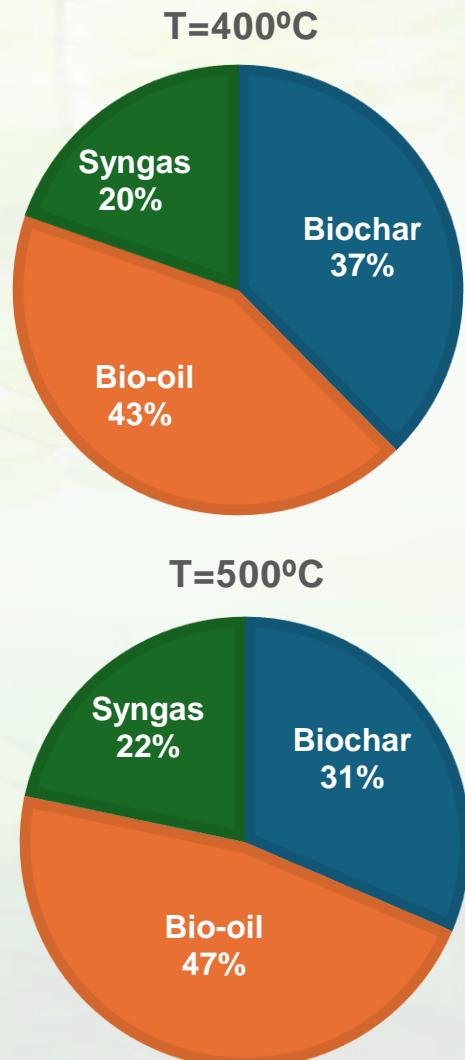
HORNO DE PIRÓLISIS  
DE LABORATORIO



## PIRÓLISIS INDUSTRIAL

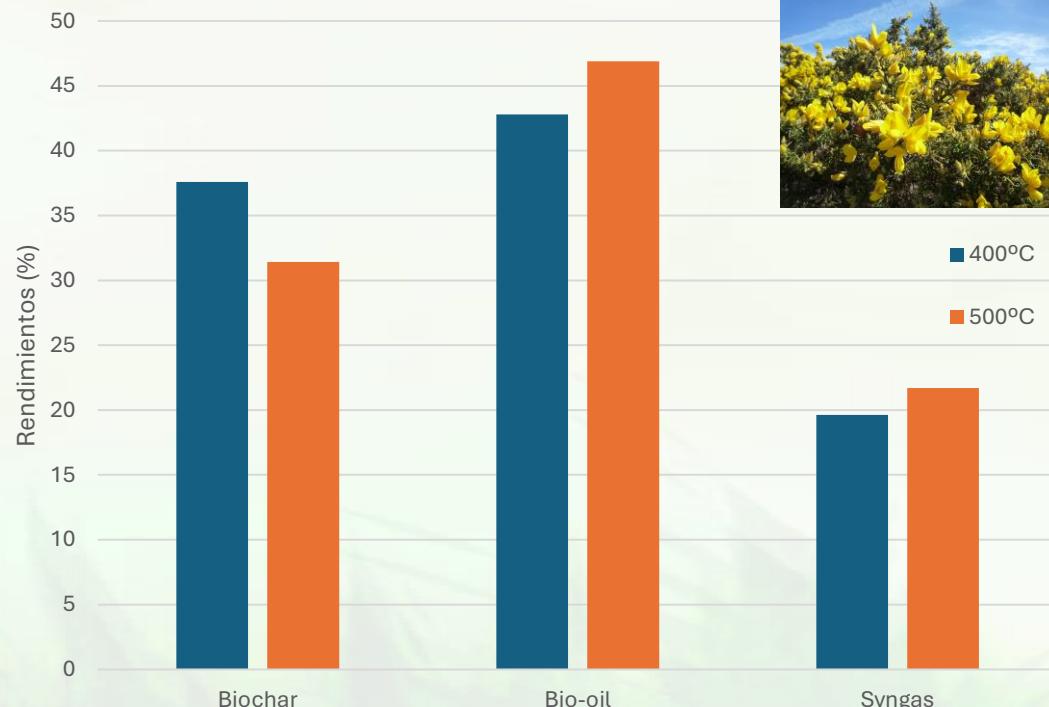


## Resultados/Rendimiento

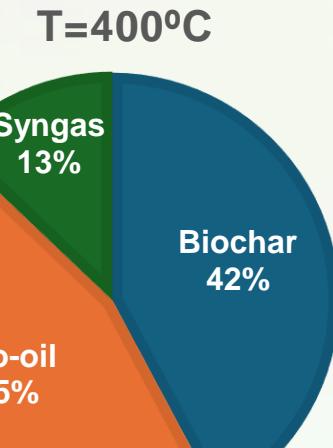


### ESPECIE ULEX EUROPAEUS: TOJO

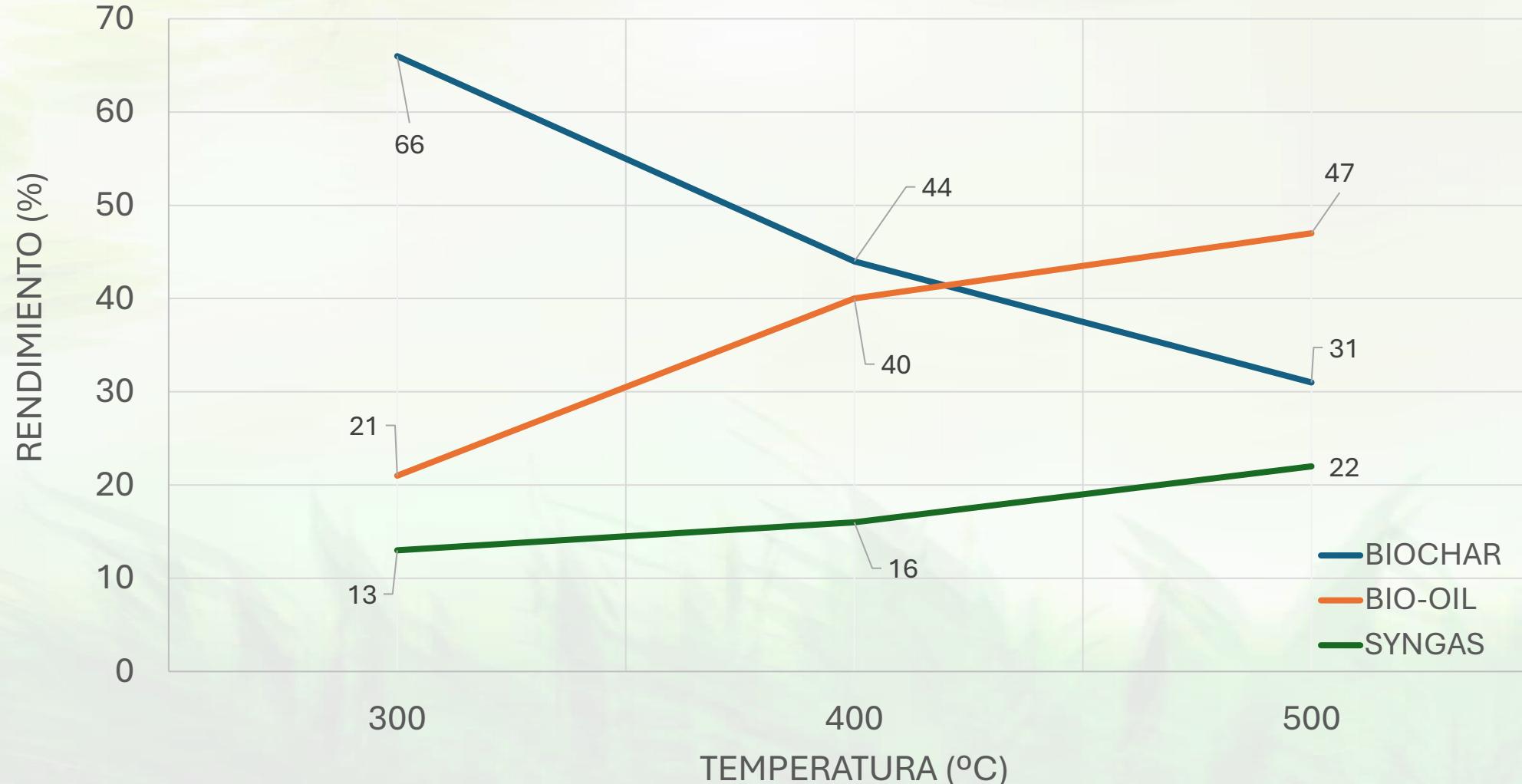
Rendimientos a 400°C y 500°C de *Ulex Europaeus*



### ESPECIE EUCALYPTUS GLOBULUS

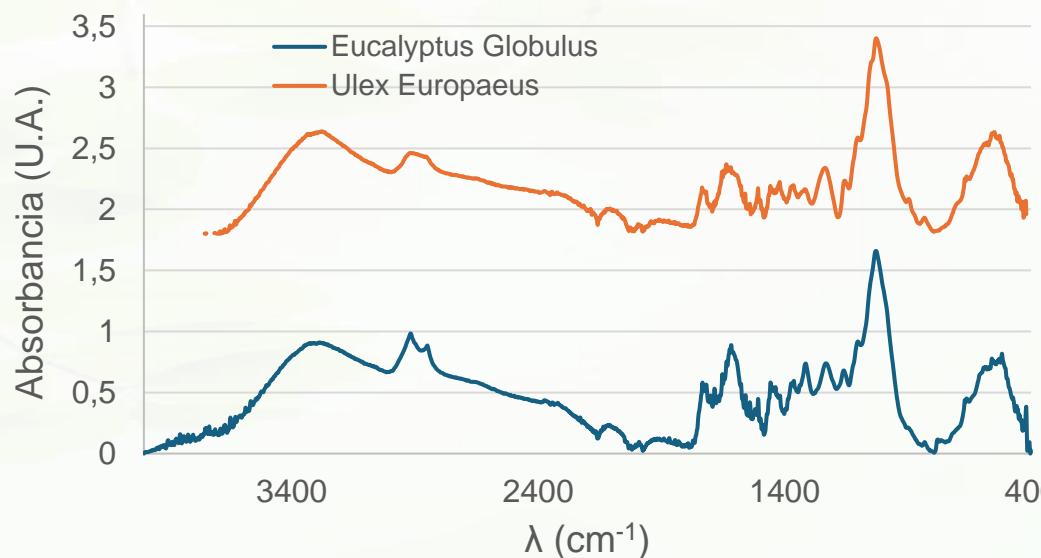


## RENDIMIENTOS DE LOS DIFERENTES SUBPRODUCTOS VS TEMPERATURA: ESPECIE TOJO

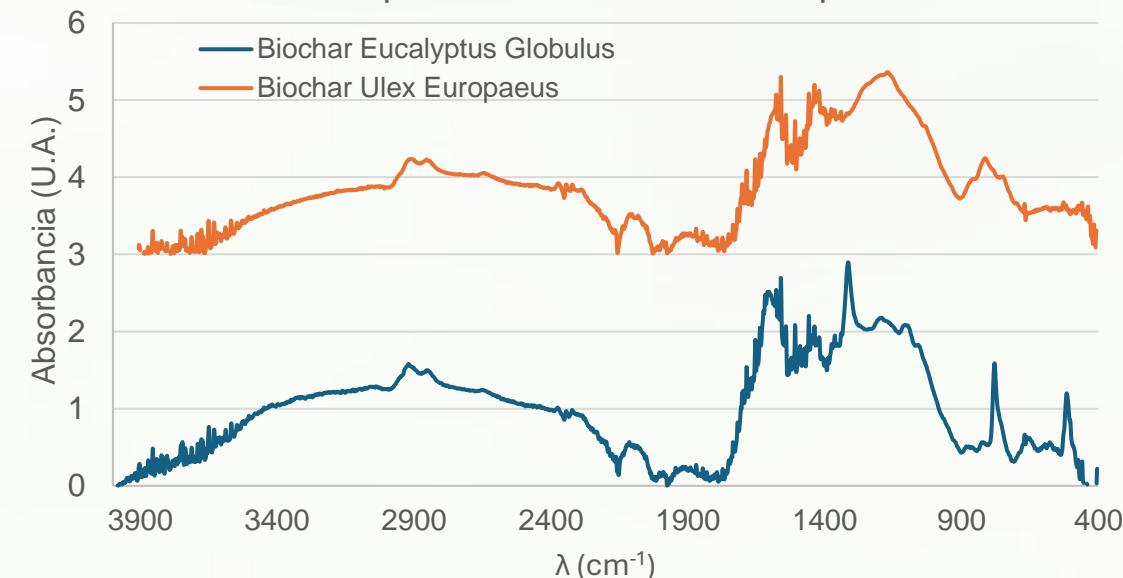


## CARACTERIZACIÓN

Comparativa FTIR Biomasa



Comparativa FTIR Biochars Especies



Número de onda (cm <sup>-1</sup> )	Grupos funcionales	Compuestos/Reacción
3600-3000	O-H stretching	Menor intensidad debido a la pérdida de agua → <b>DEGRADACIÓN DE POLISACÁRIDOS</b>
3000-2770	C-H <sub>n</sub> stretching	Menor intensidad debido a la ruptura de enlaces → <b>MÁS HIDROCARBUROS Y GASES</b>
1785-1670	C=O stretching	Menor intensidad → <b>DEGRADACIÓN DE CELULOSA</b>
1670-1530	C=C stretching	Mayor intensidad debido a las reacciones de craqueo → <b>MÁS COMPUESTOS AROMÁTICOS</b>
1278-1185	C-O-C stretching	Elevada intensidad → <b>COMPUESTOS AROMÁTICOS</b>
1136-1088	C-O-C stretching	Elevada intensidad → <b>COMPUESTOS AROMÁTICOS</b>
800	C-H stretching	Formación de estructuras policondensadas en sistemas de anillos fusionados → <b>COMPUESTOS AROMÁTICOS</b>

## BIOCHAR o “Oro negro de la Naturaleza”

Material de *naturaleza renovable, sólido inerte de alto contenido de carbono y alta porosidad-superficie específica*, con múltiples aplicaciones potenciales de valor



Fig. 1. Potential benefits of biochar.

## POTENCIALES APLICACIONES

**Materiales compuestos poliméricos:** Biochar empleado como sustituto de refuerzo mecánico o fibra corta convencional. Reduce impacto ambiental. Algunos estudios muestran mejoras mecánicas en materiales compuestos de polipropileno.

**Almacenaje de energía:** Biocarbonos tienen estructura porosa, alta superficie específica y conductividad eléctrica. Características esenciales para la eficiencia en el almacenaje y conversión de energía.

**Almacenaje de H<sub>2</sub>:** Biocarbonos tienen estructura porosa, alta superficie específica y grupos funcionales, facilitando el almacenaje de hidrógeno a temperatura ambiente.

**Baterías:** Biocarbonos debido a su estructura 3D porosa y alta superficie específica ofrecen una alternativa para su uso como electrodos de batería, minimizando resistencias al transporte de iones.

**Supercapacitadores:** Biocarbono con alta conductividad eléctrica exhibe prestaciones capacitivas.

**Conversión de energía:** *Celda de combustible.* Biocarbonos conductores se han empleado como materiales alternativos a los convencionales en las celdas. *Conversión de energía solar.* Biocarbonos pueden ser materiales alternativos para producir las siguientes generaciones de placas fotovoltaicas (capa delgada orgánica), ya que en la actualidad existen las limitaciones de alto coste de fabricación y el uso de elementos críticos (tierras raras). *Producción de H<sub>2</sub>.* Debido a su microestructura porosa son candidatos para incrementar la producción de H<sub>2</sub> verde.

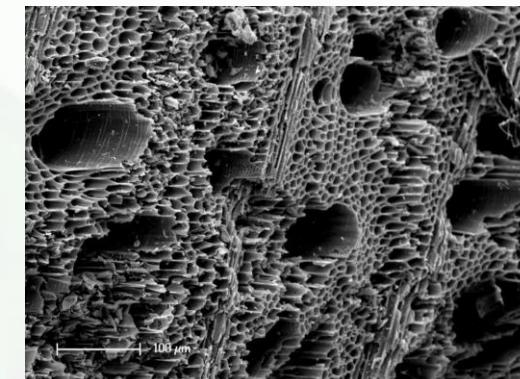
## POTENCIALES APLICACIONES

**Recuperación ambiental:** *Tratamientos de aguas.* Biocarbones permiten un tratamiento eficiente de aguas residuales para la eliminación de contaminantes como tintes, metales, materia orgánica, etc. *Captura de CO<sub>2</sub>.* Biocarbones tienen potencial en aplicaciones de captura y almacenaje de CO<sub>2</sub> gas (CCS).

**Sensores:** Biocarbones, previamente modificados, pueden ser empleados como materiales sensores eficientes, debido a su capacidad de transferencia de electrones.

**Catálisis:** Biocarbones ofrecen una alternativa sostenible a los catalizadores convencionales metálicos y óxidos metálicos. Además, tienen una mayor estabilidad en el tiempo.

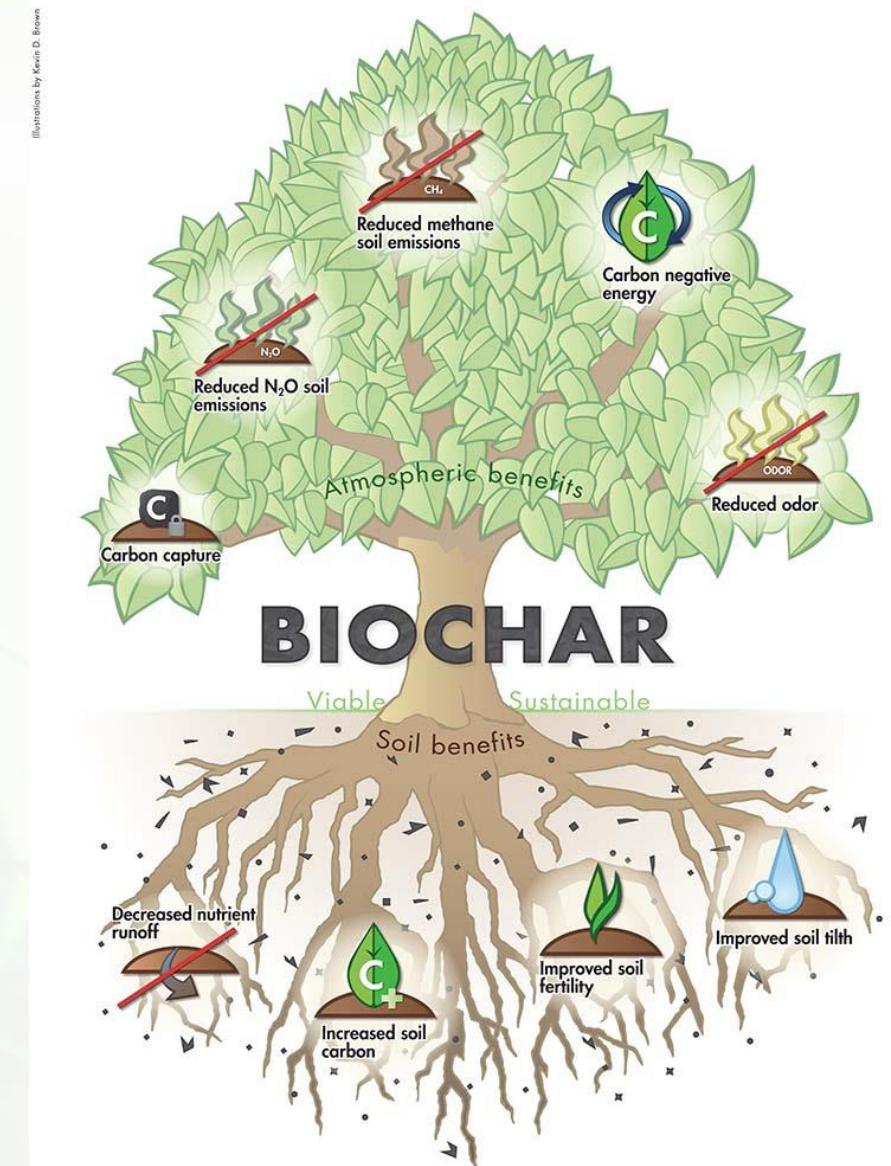
**Biochar–Hormigones:** Biocarbono como sustituto sostenible para el cemento, mejorando algunas propiedades como absorbente de agua, propiedades mecánicas, secuestro de carbono.



## POTENCIALES APLICACIONES

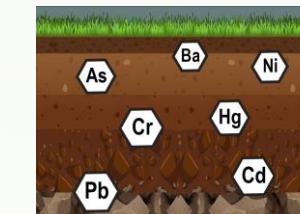
### APLICACIÓN EN FORTEXVAL

*Mejora de la calidad del suelo agrícola*



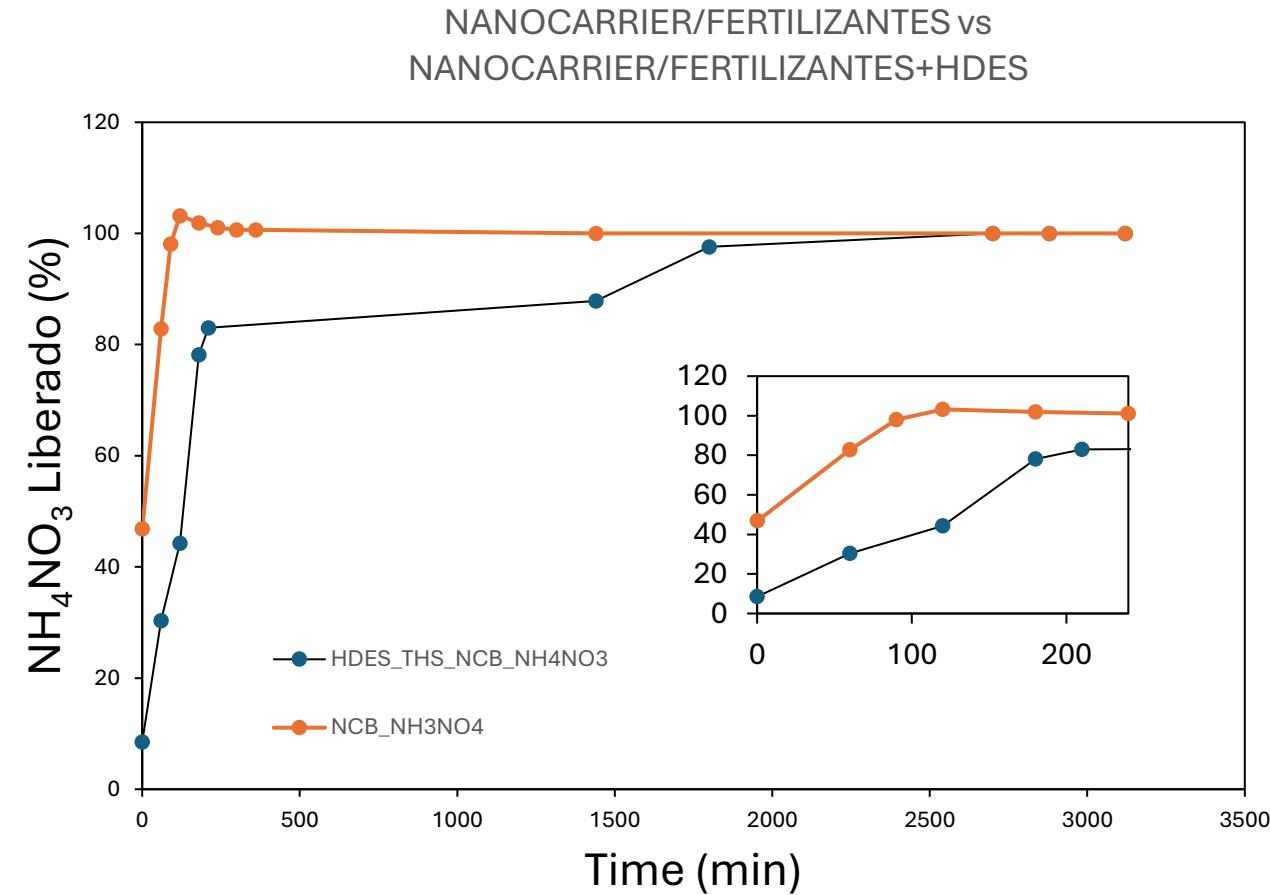
## POTENCIALES APLICACIONES

- Mejor retención de agua
- Suelo más saludable / Acidez más baja - pH de 8: aumento el pH
- Mejora la retención de nutrientes y fertilizantes
- Atrape de contaminantes: metales pesados
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CEC)
- Vida microbiana del suelo mejorada ya que los organismos encuentran cobijo adecuado en la microestructura del biochar
- Aumento de la productividad de los cultivos



## POTENCIALES APLICACIONES

**USO DE BIOCHAR COMO “TRANSPORTADOR DE FERTILIZANTES” EN SISTEMAS DE LIBERACIÓN LENTA Y CONTROLADA DE FERTILIZANTES. AGRICULTURA DE PRECISIÓN**





CENTRO  
TECNOLÓGICO

CT



# FORTEXVAL



*FORTEXVAL cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.*

**Dr. Ángel Yedra Martínez** (Responsable de Materiales Avanzados y Nanomateriales). Centro tecnológico CTC  
E-mail: [ayedra@centrotecnologicoctc.com](mailto:ayedra@centrotecnologicoctc.com)  
Móvil: +34 942 76 69 76  
Web: <https://centrotecnologicoctc.com/> - <https://fortexval.es/>

**Subvención concedida:**  
**545.323,52€**



**Plan de Recuperación,  
Transformación  
y Resiliencia**



**Financiado por  
la Unión Europea**  
NextGenerationEU