



BIODIVERSIDAD Y MEJORA GENÉTICA VEGETAL

BLOQUE 3. Dinámica de funcionamiento de la biodiversidad en los ecosistemas. Herramientas y casos de estudio (II)

Choperas, biodiversidad y adaptación al cambio climático

De la gestión productiva a los servicios ecosistémicos

Flor Álvarez Taboada

Universidad de León (Campus de Ponferrada)

Carlos Álvarez Cuevas

Garnica Plywood Valencia de Don Juan (León)



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

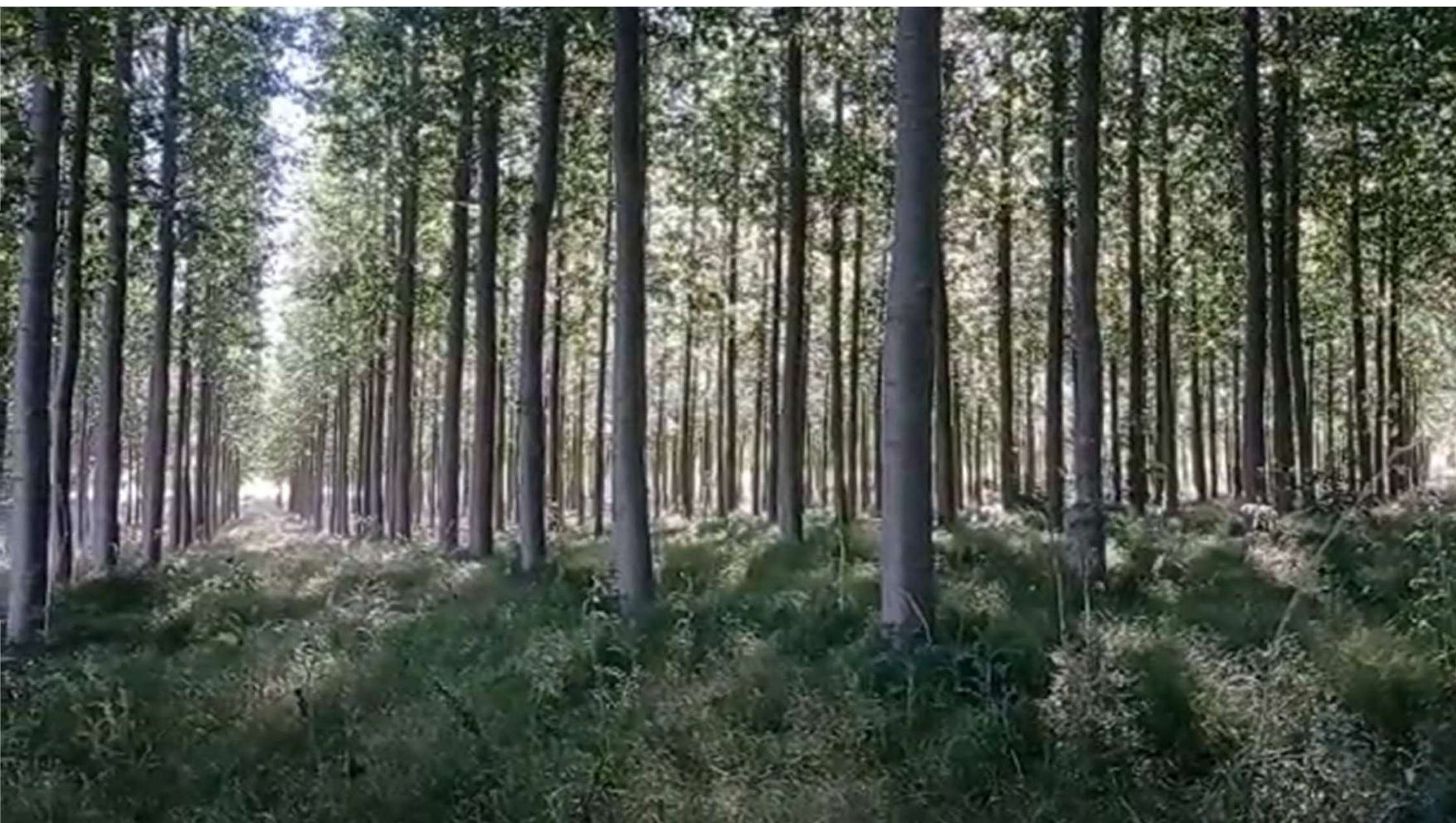


GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural







ZEISS

30/09/2025 08:19:44



Doble mirada: ciencia e industria



Universidad:
La Mirada de la
Ciencia



Industria:
La Mirada de la
Viabilidad



Doble mirada: ciencia e industria



Universidad:
La Mirada de la
Ciencia



Industria:
La Mirada de la
Viabilidad



**Procesos Ecológicos
y Medición**



**Generación de
Conocimiento**



Doble mirada: ciencia e industria



Universidad:
La Mirada de la
Ciencia



**Procesos Ecológicos
y Medición**



**Generación de
Conocimiento**



Industria:
La Mirada de la
Viabilidad



**Estabilidad del
Recurso y Calidad**



**"Soluciones Reales,
No Discursos"**



Doble mirada: ciencia e industria



Universidad:
La Mirada de la
Ciencia



Industria:
La Mirada de la
Viabilidad



**Procesos Ecológicos
y Medición**



**Generación de
Conocimiento**



**Estabilidad del
Recurso y Calidad**



**"Soluciones Reales,
No Discursos"**

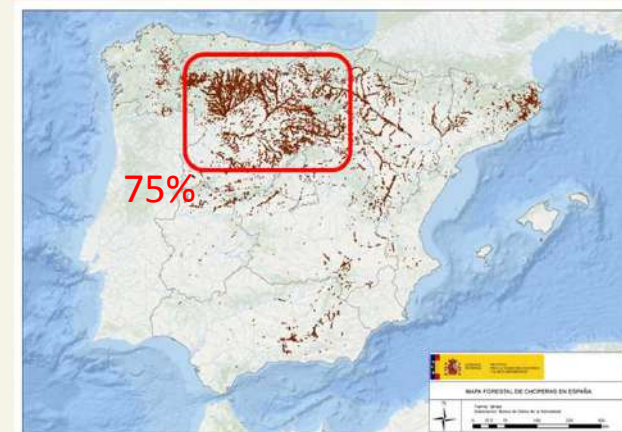


**Sinergia entre rigor científico y viabilidad técnica
para choperas sostenibles y rentables.**

Choperas en el mundo

Tabla 2. Superficie de plantaciones de chopo en el mundo (Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021, 2024)).

País	Superficie total (Ha)	Producción madera industrial (Ha)	Leña (Ha)	Protección Ambiental (Ha)	Otros usos (Ha)
Asia					
China	7.570.700	2.271.210	757.070	4.542.420	
India	317.800	289.520	9.440	18.840	
Turquía	70.000	70.000			
Europa					
France	194.000	194.000			
Alemania	124.800	62.400			62.400
Italia	46.897	44.552	23.449		
España	81.075	73.778	4.054	3.243	
América, Oceanía					
Argentina	37.114	37.114			
Canadá	9.200	8.740			460
Chile	7.412	3.400		361	2.540
EEUU	142.394			31.327	139.261



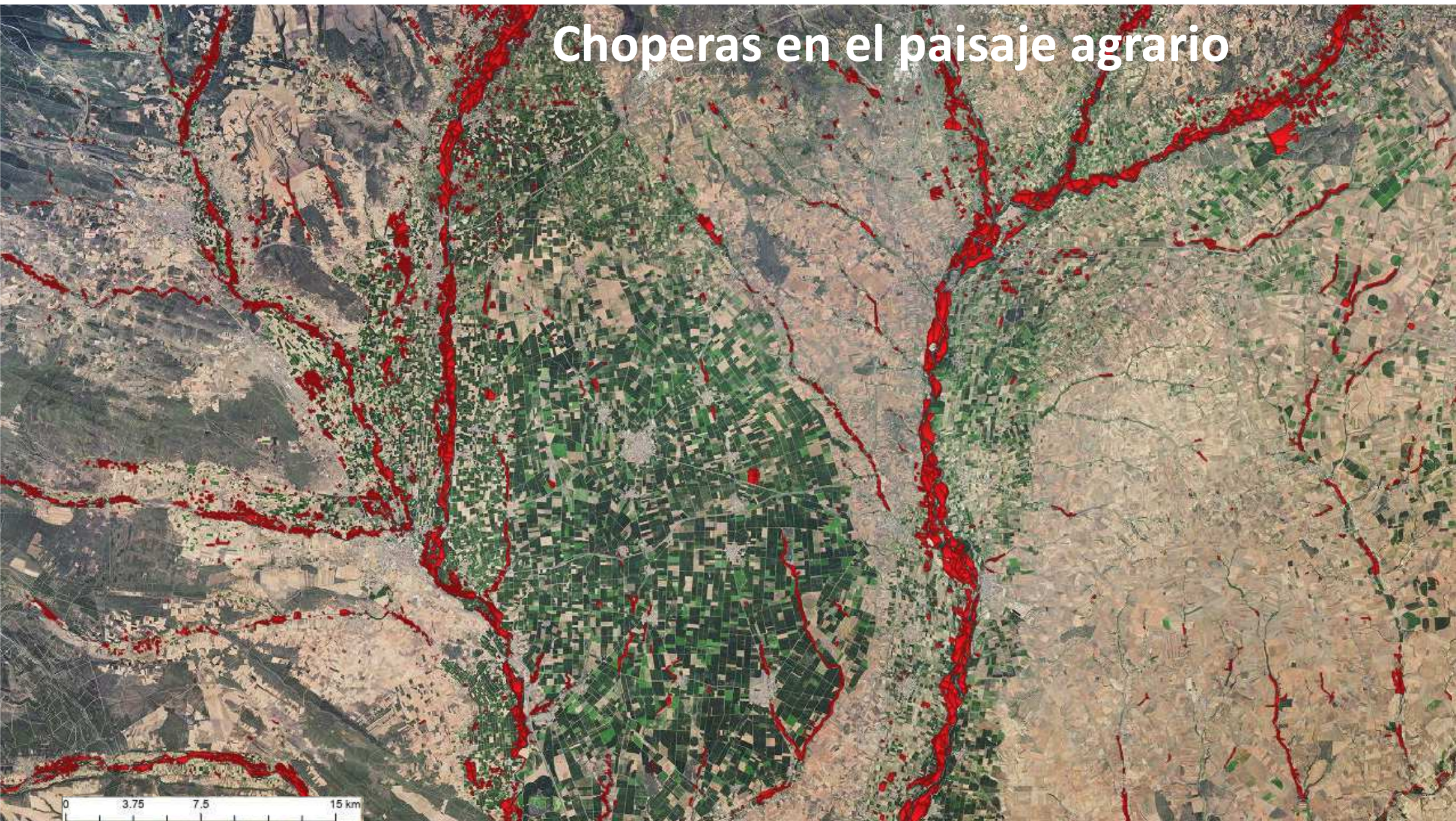
Choperas: mucho más que producción



Cambio de Paradigma:

Las choperas no son simples cultivos; son infraestructuras verdes en paisajes agrarios agrarios intensivos.

Choperas en el paisaje agrario



Oasis de biodiversidad vegetal



Cambio de Paradigma:

Las choperas no son simples cultivos; son infraestructuras verdes en paisajes agrarios agrarios intensivos.

Islas de Vida: Actúan como refugios y corredores ecológicos que conectan hábitats fragmentados.

Impacto Real: Introducen estructura vertical y estabilidad microclimática donde antes solo había homogeneidad.

Biodiversidad vegetal más allá del chopo

Gestión sostenible:

Ni abandono

Ni intensificación extrema



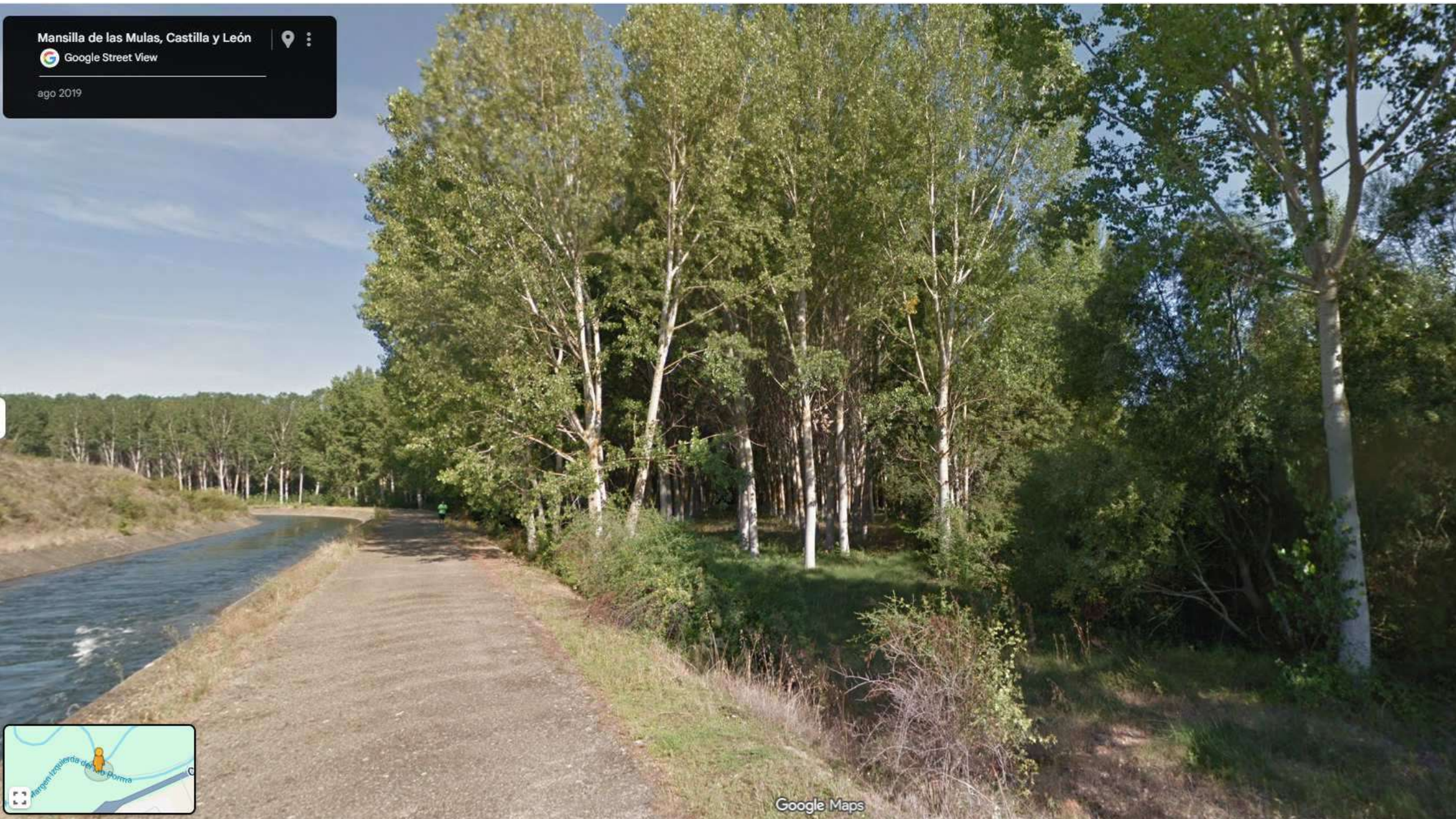
Mansilla de las Mulas, Castilla y León



Google Street View



ago 2019



Google Maps

An aerial photograph taken at sunset or sunrise, showing a wide river with a large bridge crossing it. The bridge has multiple lanes and several vehicles, including a white truck, are visible. The river reflects the golden light of the low sun. On the left bank, there is a dense forest and a vineyard. In the background, a town or city is visible under a hazy sky. The text "La biodiversidad vegetal empieza por la estructura y la gestión, no sólo por la especie plantada." is overlaid in white on the lower left portion of the image.

La biodiversidad vegetal empieza por la estructura y la gestión, no sólo por la especie plantada.



Diversidad clonal: el siguiente nivel



Clones más plantados en España

(+ año 1950):

I-124, MC (*P. × canadensis* M.)

Raspalje, Beaupre, Unal (*P. x generosa* H.)

Ahora: AF8, AF13, Missouri, etc.

(clones macho*)



¿Por qué diversidad clonal?



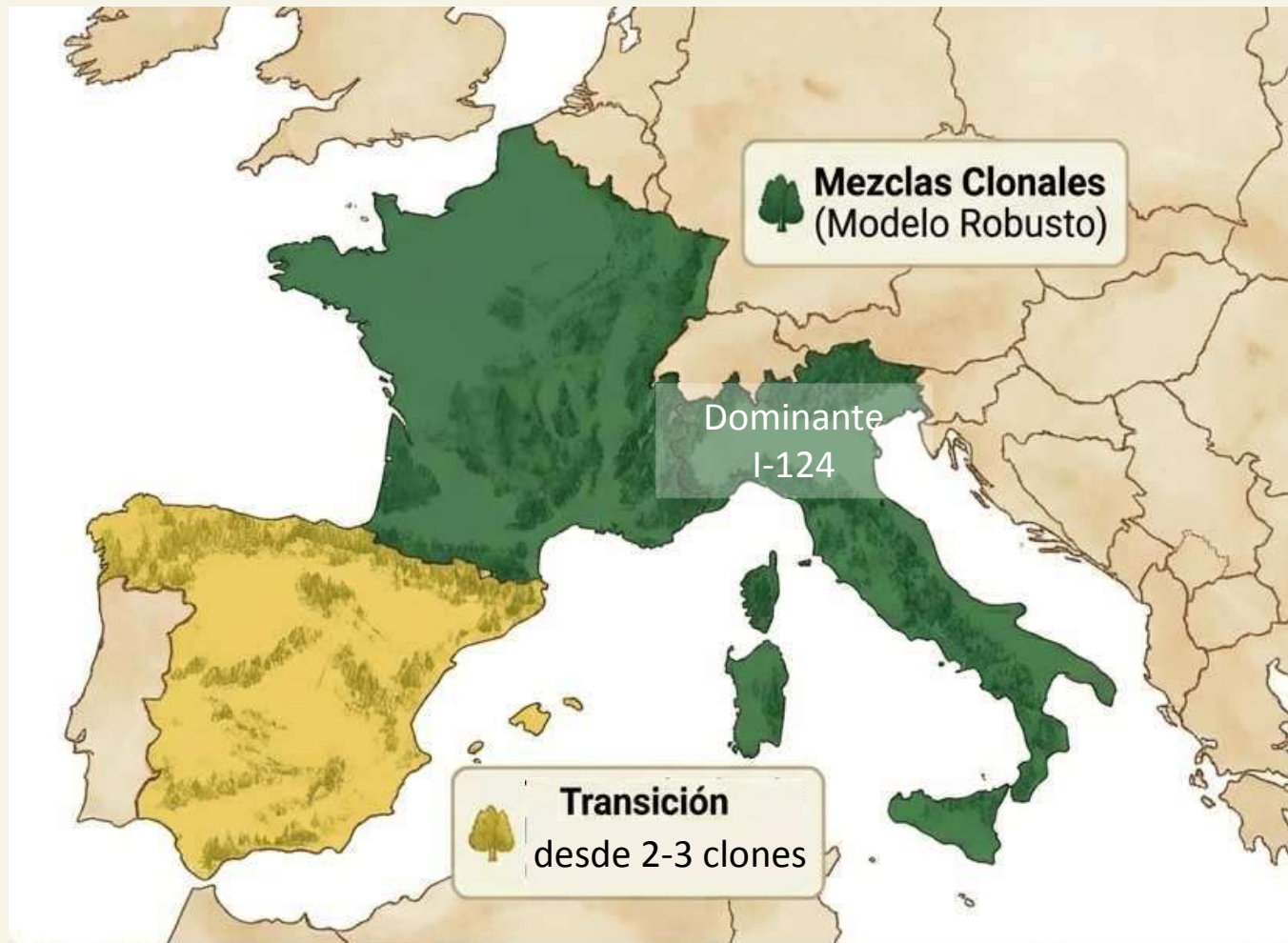
Tendencia

Transición hacia mezclas clonales.

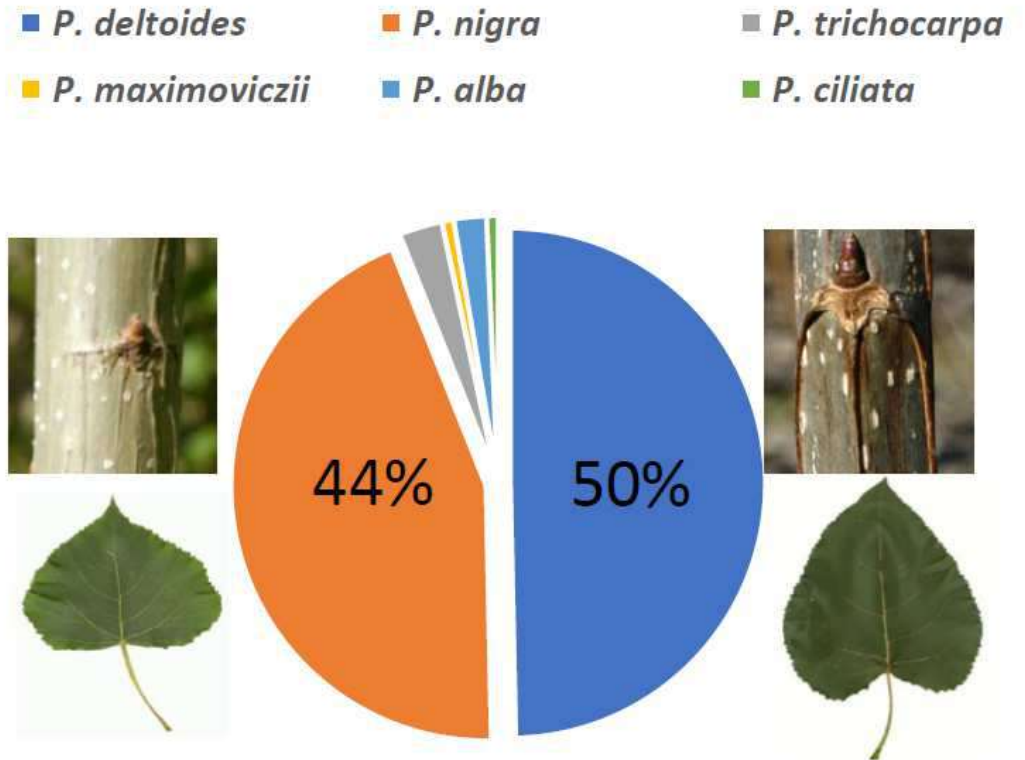
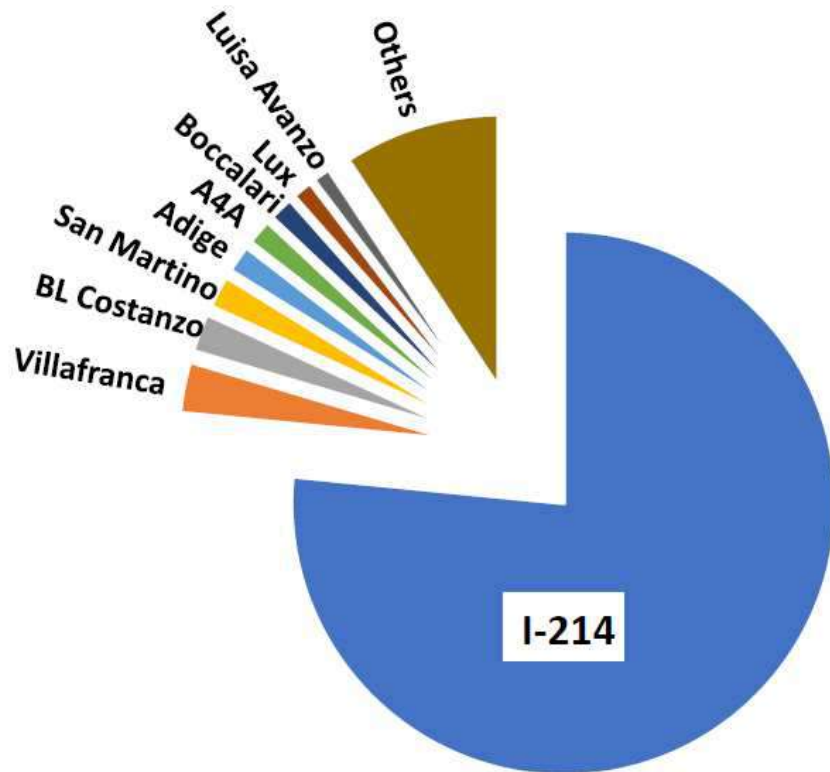
Por qué: Reducción de riesgos sanitarios (plagas) y adaptación a la incertidumbre climática.

Concepto Clave: La diversidad clonal actúa como un “escudo de grupo”.

Diversidad clonal: Europa como referencia



Diversidad clonal en Italia



88 clones registered in the National Register of Basic Material. <https://www.masaf.gov.it>

Diversidad clonal en Italia

Greater Sustainable Environmental clones (MSA)



Decree MIPAAF n° 9404688 del 31/12/2020: 'presence of significant superiority compared to witnesses in the resistance to biotic adversities, as referred to in Annex IV of Appendix B of D.D. 12 February 2019, No 316, with respect to., *Venturia populina* (Vuill.) Fabr., *Melampsora* spp., *Marssonina brunnea* (Ell. Et Ev.) P. Magn., *Phloeomyzus passerinii* (Sign.)'

<https://www.masaf.gov.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/18525>

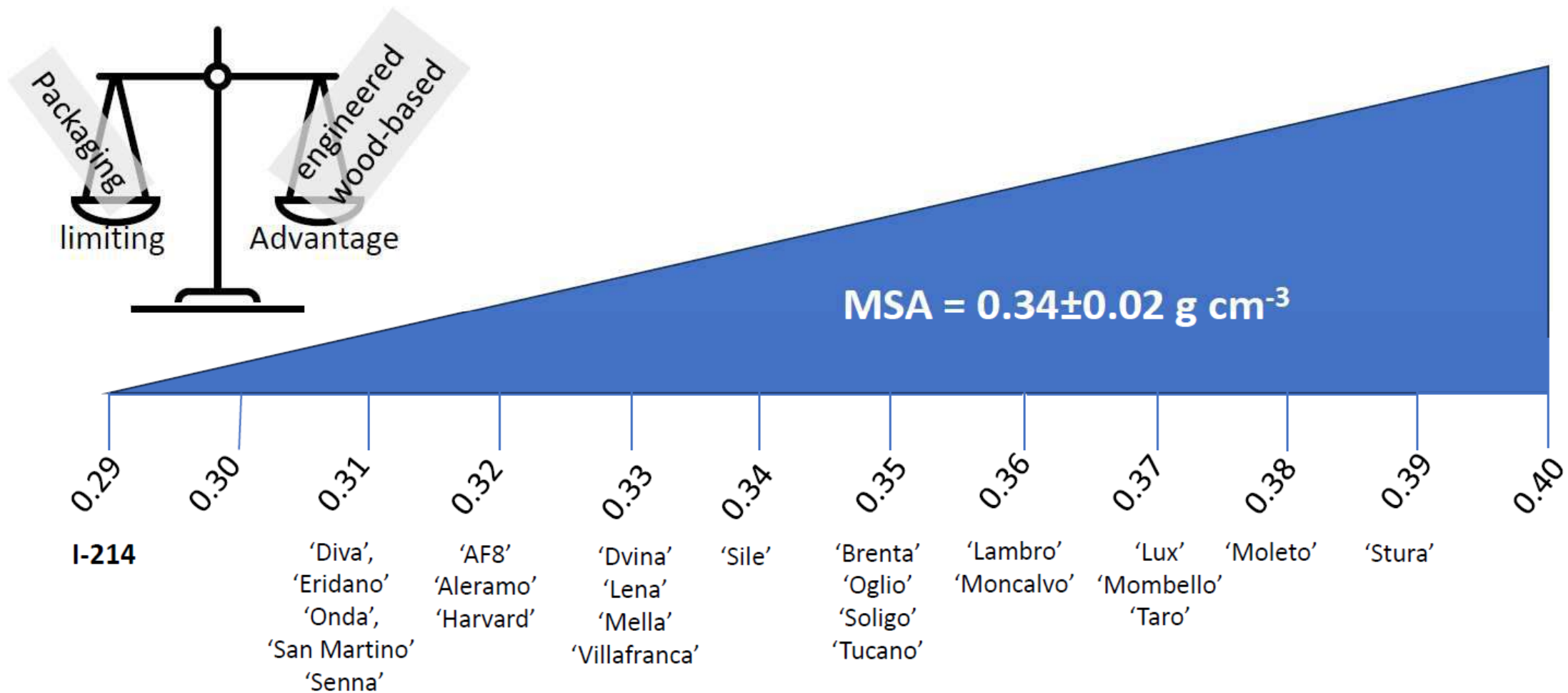
LEGENDA	moito suscettibile
***	suscettibile
***	tollerante
****	resistente
*****	molto resistente

Clone	Defogliazione primaverile	Ruggini	Bronzatura	Afide lanigero	Origine genetica
I-214	*****	***	***	***	<i>Populus xcanadensis</i>
1 AFB	*****	****	*****	****	<i>Populus xgenerosa x Populus trichocarpa</i>
2 ALERAMO	****	*****	*****	****	<i>Populus xcanadensis</i>
3 BRENTA	*****	***	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
4 DIVA	****	*****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
5 DVINA	*****	****	*****	****	<i>Populus deltoides</i>
6 ERIDANO	*****	*****	*****	*****	<i>Populus deltoides x Populus maximowiczii</i>
7 HARVARD	*****	****	*****	****	<i>Populus deltoides</i>
8 KOSTER	*****	****	***	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
9 LAMBRO	*****	***	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
10 LENA	*****	****	*****	****	<i>Populus deltoides</i>
11 LUX	*****	****	*****	*****	<i>Populus deltoides</i>
12 MELLA	*****	***	*****	****	<i>Populus xcanadensis</i>
13 MOLETO	****	*****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
14 MOMBELLO	****	****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
15 MONCALVO	****	*****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
16 OGIO	****	*****	*****	*****	<i>Populus deltoides</i>
17 ONDA	*****	****	*****	****	<i>Populus deltoides</i>
18 SAN MARTINO	*****	****	****	****	<i>Populus xcanadensis</i>
19 SENNA	****	*****	****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
20 SILE	****	*****	*****	*****	<i>Populus deltoides x Populus ciliata</i>
21 SOLIGO	*****	*****	*****	****	<i>Populus xcanadensis</i>
22 STURA	****	*****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
23 TARO	*****	****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis x Populus xgenerosa</i>
24 TUCANO	****	*****	*****	*****	<i>Populus xcanadensis</i>
25 VILLAFRANCA	*****	*****	*****	*****	<i>Populus alba</i>

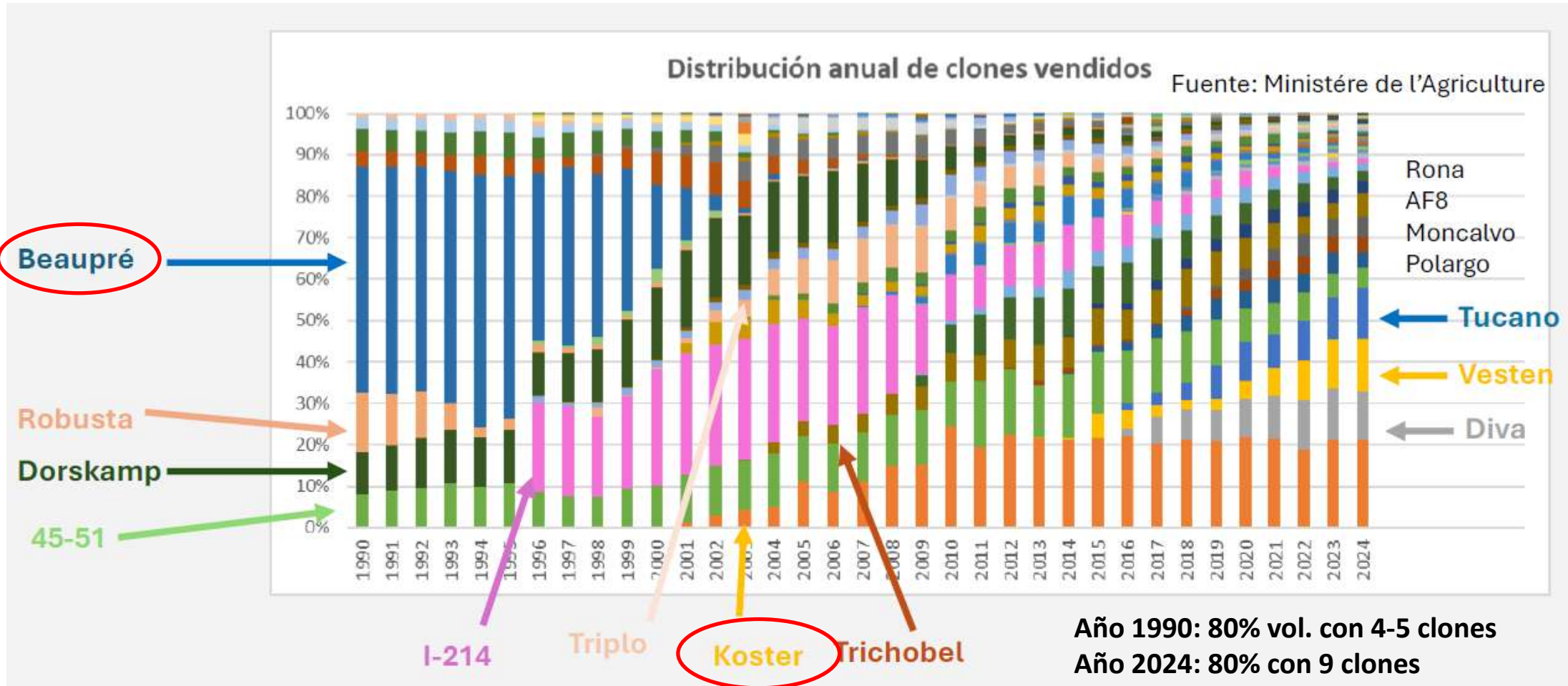
From Nervo et al., 2017

Diversidad clonal en Italia

MSA have higher wood basic density than 'I-214'



Diversidad clonal en Francia (Referente)

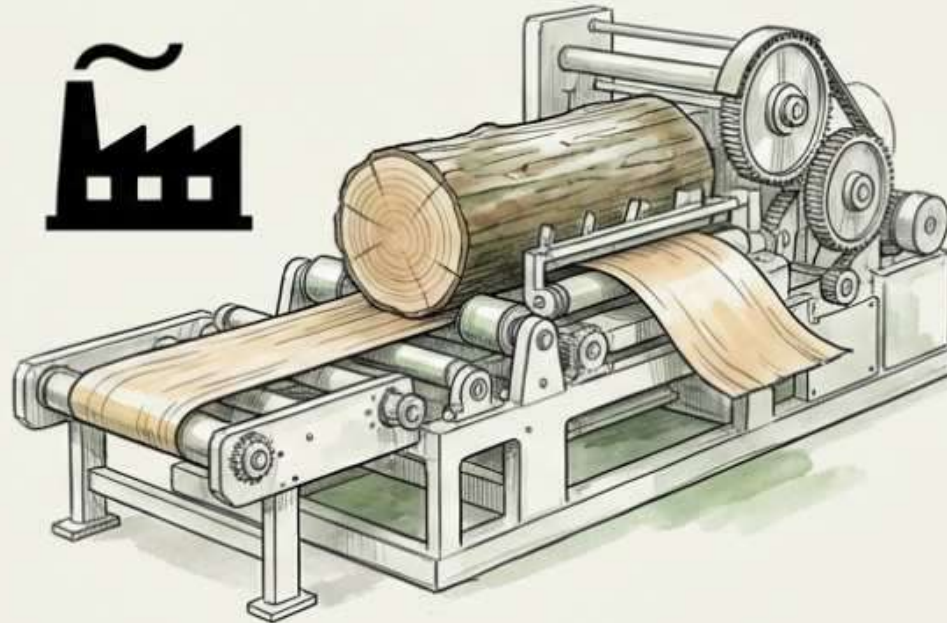


Visión industrial: diversidad sin penalizar calidad

Mito vs. Realidad

✗ Mito: La mezcla de clones complica el procesado.

✓ Realidad: Varios clones en una misma chopera no generan problemas para el desenrollo ni pérdida de calidad tecnológica.



El Objetivo Industrial

El objetivo no es acortar turnos, sino asegurar que los árboles lleguen vivos y sanos al final del turno (~15 años).

La diversidad genética no es un problema para la industria,
es una garantía de suministro.



Qué está pasando en las choperas



Descenso del nivel freático



Aumento del estrés hídrico



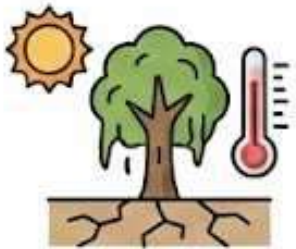
Aparición de nuevas plagas y enfermedades



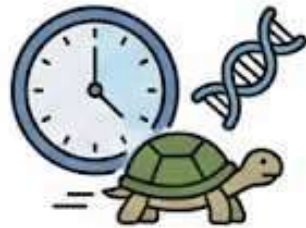
Mortalidad antes de fin de turno



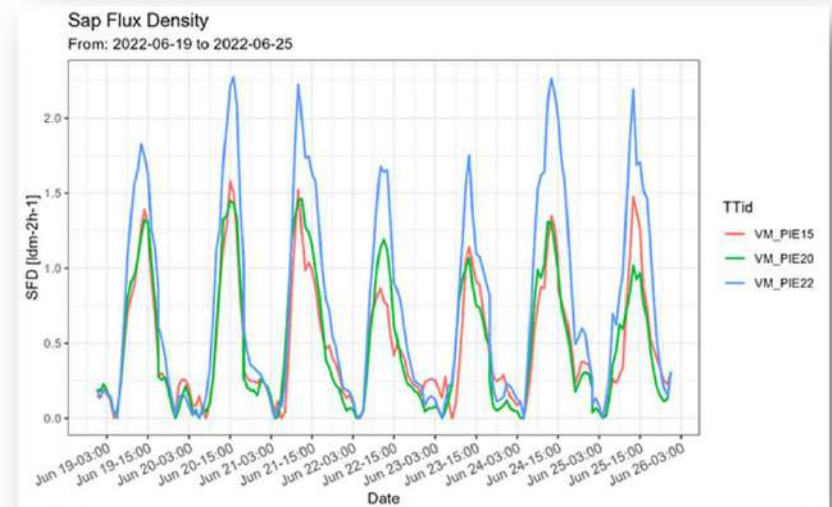
Diagnóstico desde la ciencia



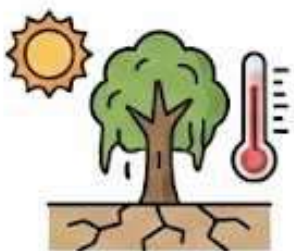
Estrés térmico
+ hídrico



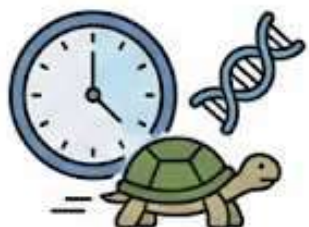
La adaptación genética
natural es demasiado lenta



Diagnóstico desde la ciencia



Estrés térmico
+ hídrico



La adaptación genética
natural es demasiado lenta

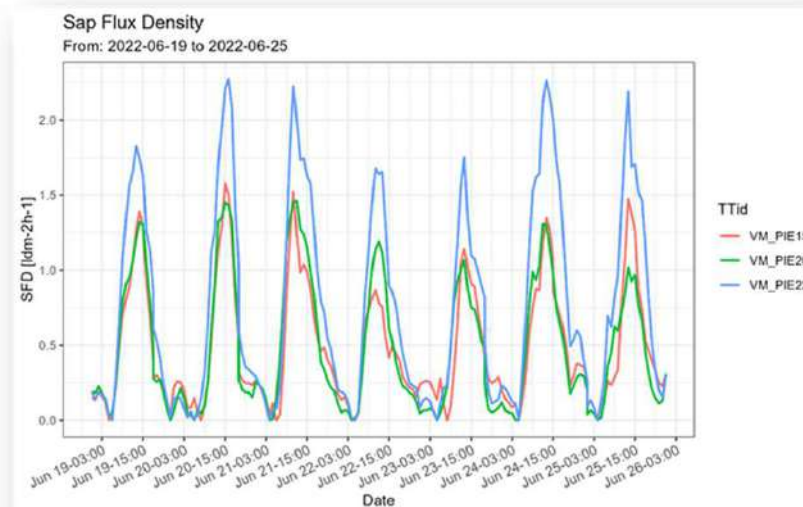
Dos grandes vías de actuación:



Mejora genética y
selección clonal



Biotechnología y gestión
inteligente apoyada
en tecnología





Smart Poplar: choperas inteligentes frente al cambio climático



Smart Poplar: choperas inteligentes frente al cambio climático

PROYECTO EURECA-PRO SEEDS

Coordinado por la Universidad de León | Enfoque Europeo



garnica
Challenge the ordinary



RESILIENCIA Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Aumento de la capacidad de adaptación manteniendo la calidad de la madera producida.



GARANTÍA DE CALIDAD INDUSTRIAL

El recurso forestal sigue siendo viable para la industria del desarrollo.



Smart Poplar: choperas inteligentes frente al cambio climático

PROYECTO EURECA-PRO SEEDS

Coordinado por la Universidad de León | Enfoque Europeo



RESILIENCIA Y PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

Aumento de la capacidad de adaptación manteniendo la calidad de la madera producida.



GARANTÍA DE CALIDAD INDUSTRIAL

El recurso forestal sigue siendo viable para la industria del desarrollo.

INOCULACIÓN CON HONGOS Y BACTERIAS GEMELOS DIGITALES 3D IoT



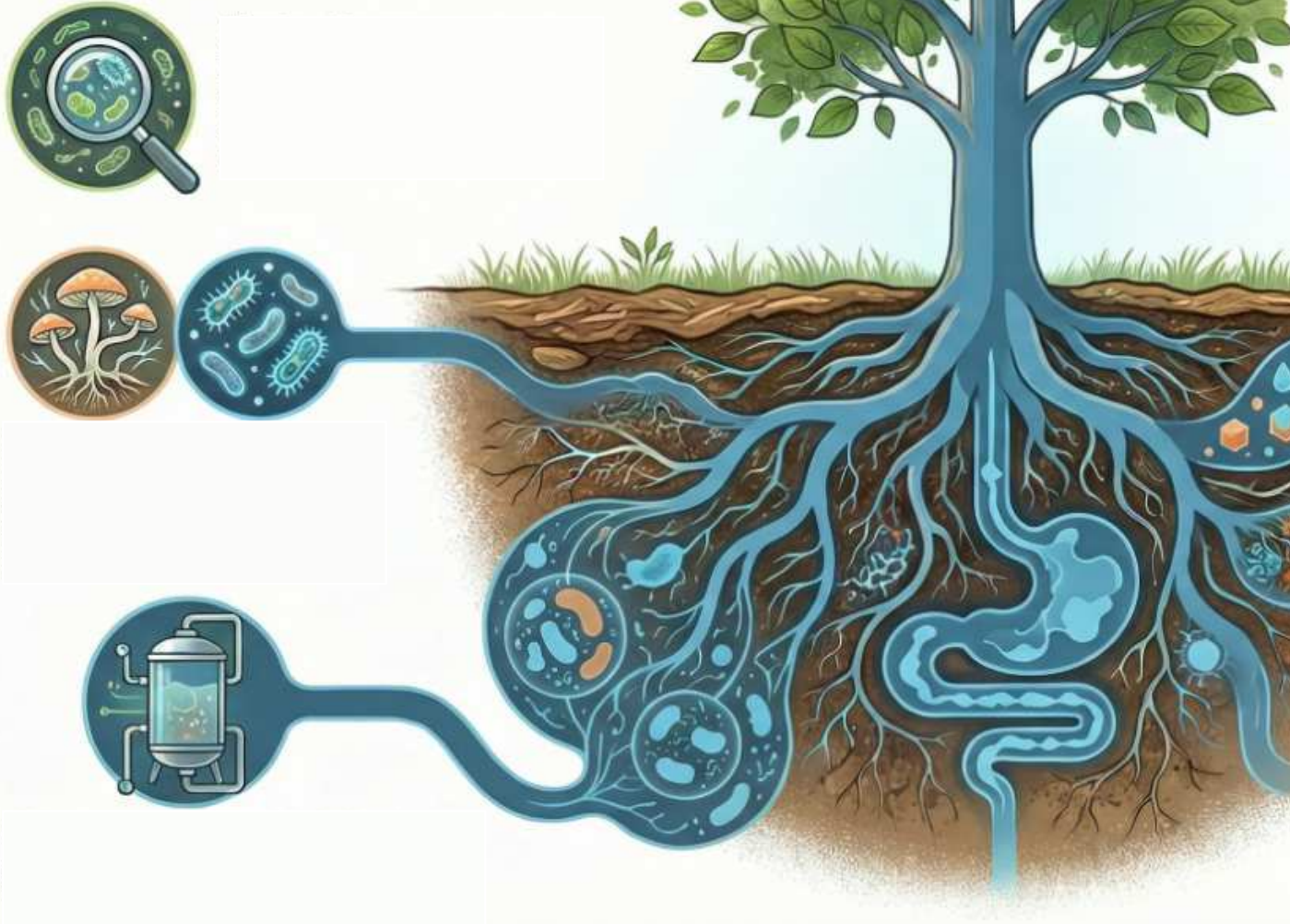
RESPUESTA SEGÚN LA EDAD SEGÚN GRADO DE ESTRÉS



VIABILIDAD OPERATIVA

El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



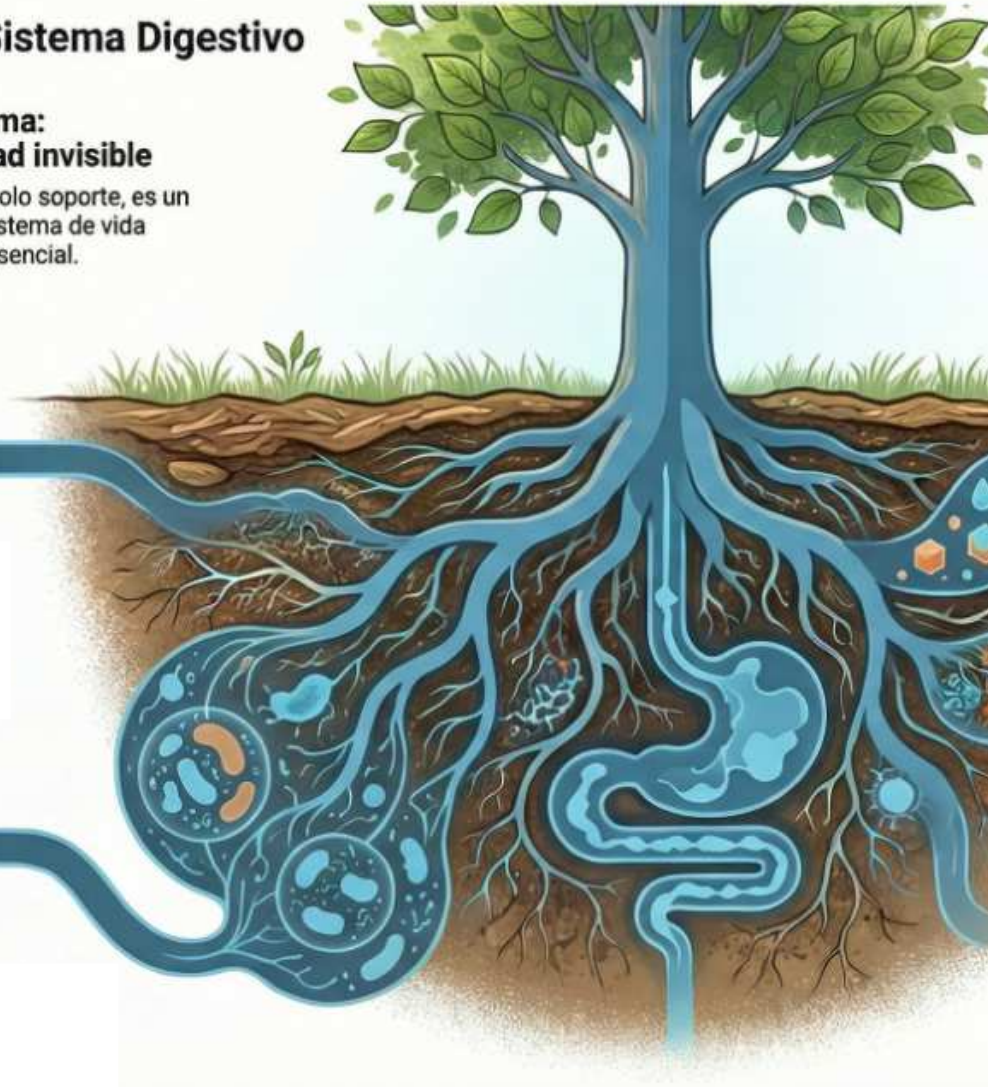
El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



El microbioma: biodiversidad invisible

El suelo no es solo soporte, es un complejo ecosistema de vida microscópica esencial.



El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



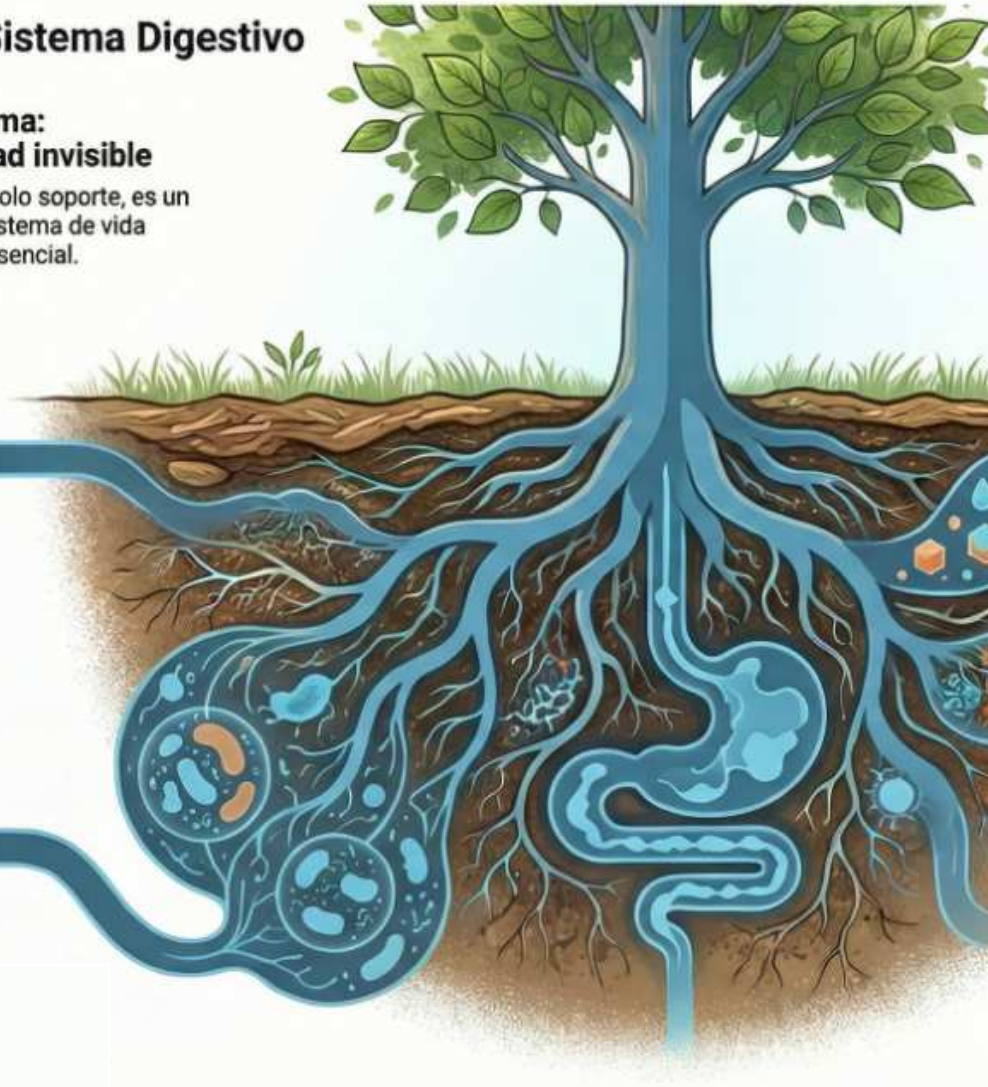
El microbioma: biodiversidad invisible

El suelo no es solo soporte, es un complejo ecosistema de vida microscópica esencial.



Hongos micorrícicos y bacterias beneficiosas

Organismos que colaboran con las raíces para optimizar el funcionamiento biológico del árbol.



El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



El microbioma: biodiversidad invisible

El suelo no es solo soporte, es un complejo ecosistema de vida microscópica esencial.



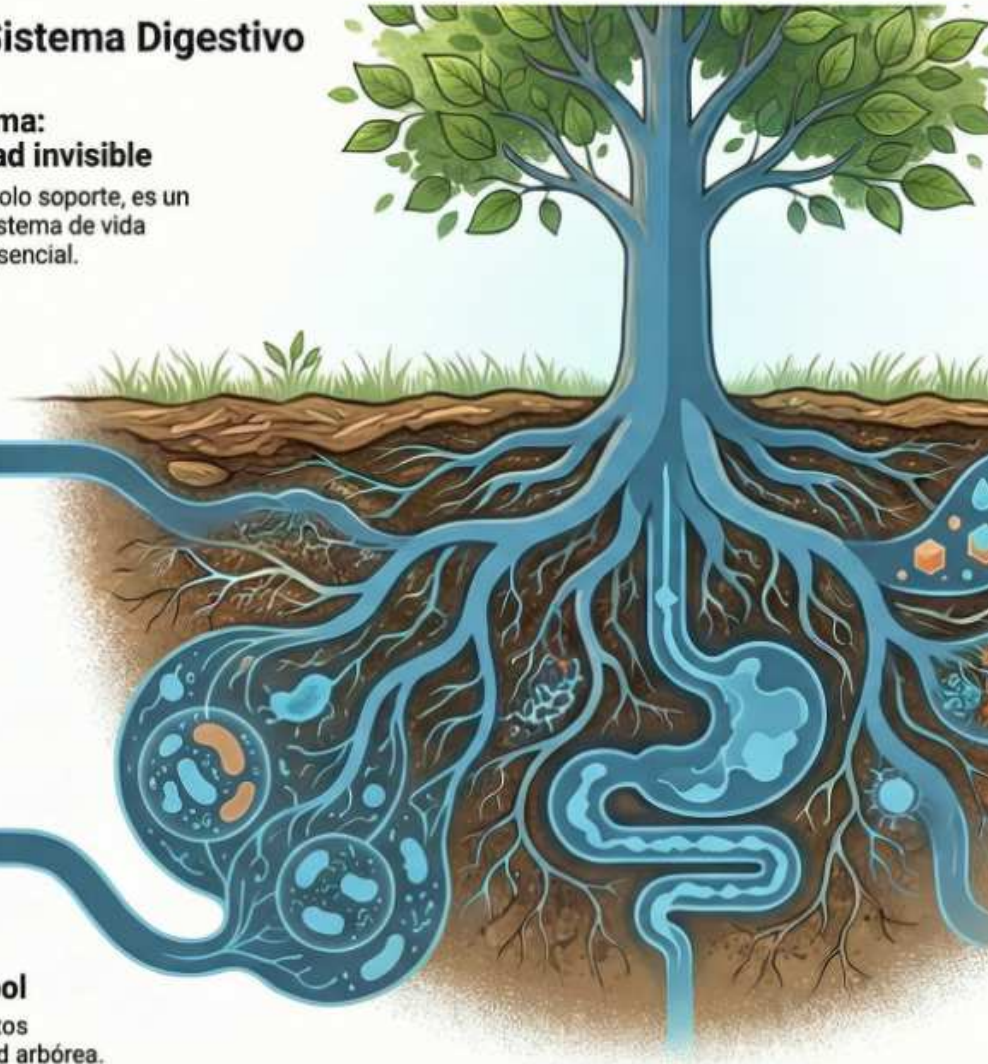
Hongos micorrícicos y bacterias beneficiosas

Organismos que colaboran con las raíces para optimizar el funcionamiento biológico del árbol.



El "sistema digestivo" del árbol

El suelo procesa y facilita los elementos necesarios para la nutrición y vitalidad arbórea.



El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



El microbioma:
biodiversidad invisible

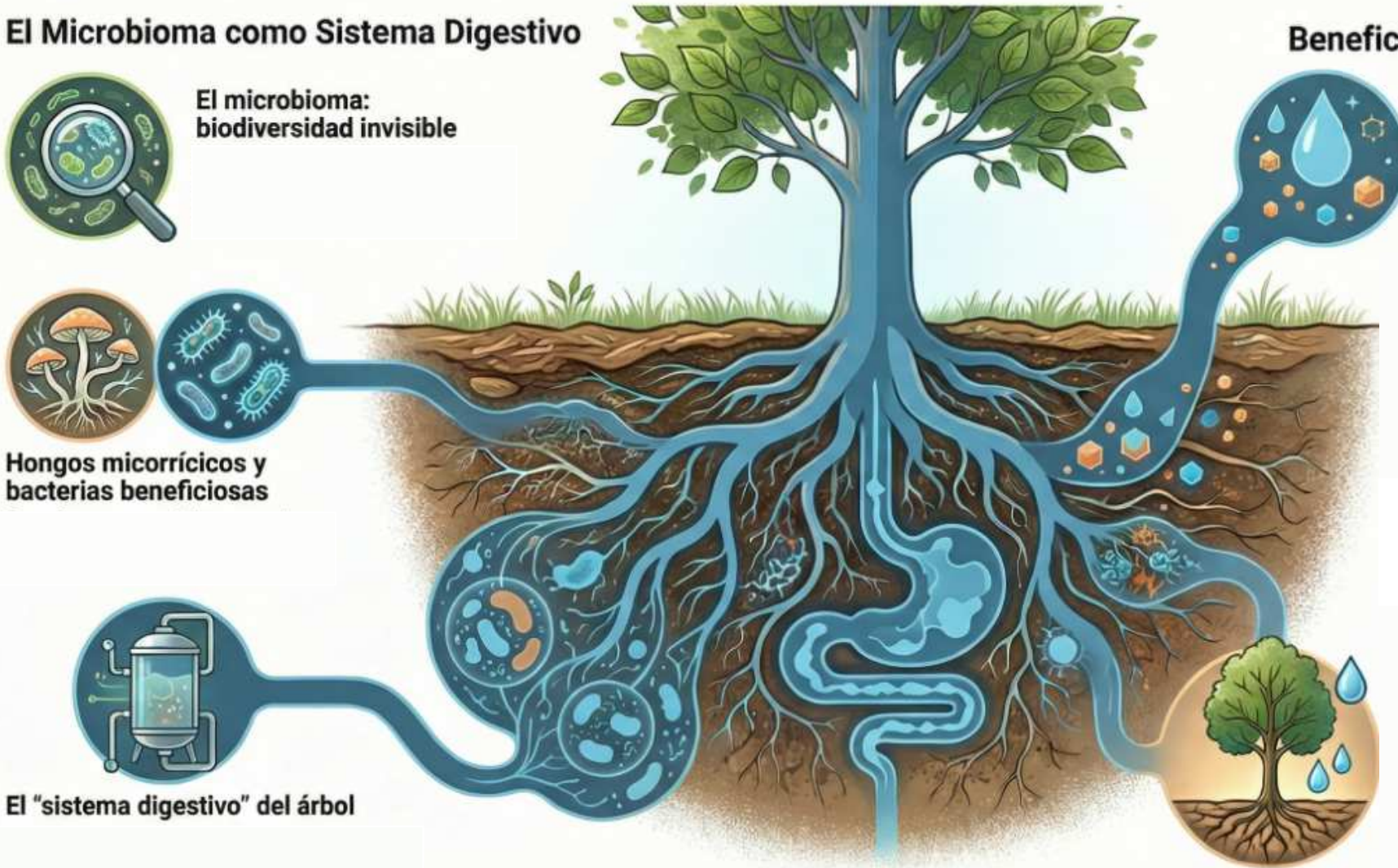


Hongos micorrícicos y
bacterias beneficiosas



El "sistema digestivo" del árbol

Beneficios y Resiliencia Vital



El suelo: la biodiversidad (casi) invisible

El Microbioma como Sistema Digestivo



El microbioma:
biodiversidad invisible

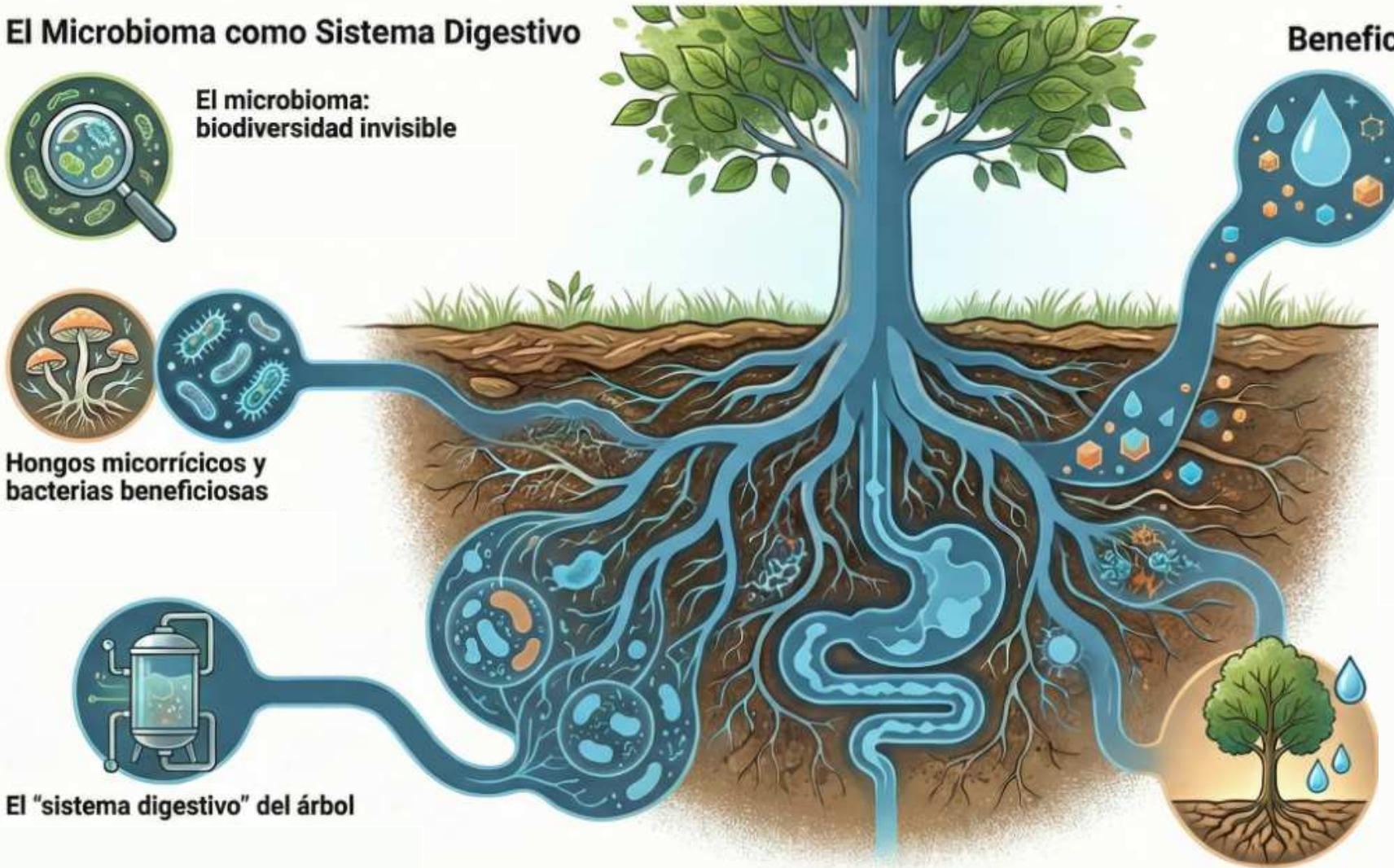


Hongos micorrícicos y
bacterias beneficiosas



El "sistema digestivo" del árbol

Beneficios y Resiliencia Vital



El suelo: la biodiversidad (casi) invisible



El Microbioma como Sistema Digestivo



El microbioma:
biodiversidad invisible



Hongos micorrícicos y
bacterias beneficiosas



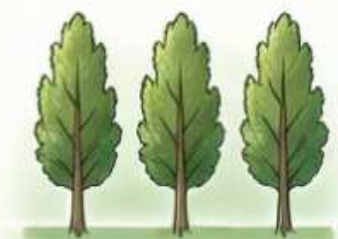
El "sistema digestivo" del árbol



Beneficios y Resiliencia Vital



Optimización de
recursos críticos



Mayor homogeneidad de
crecimiento



El factor clave de supervivencia
Una mejor captación hídrica decide si el
árbol resiste o sucumbe a plagas y estrés.

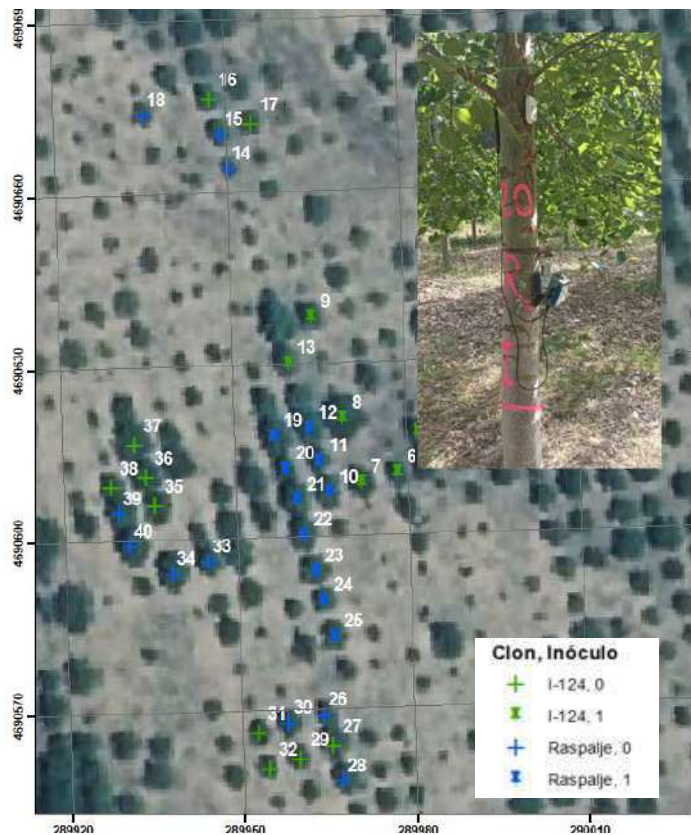
Smart Poplar: ¿dónde y cómo?



Fresno de la Vega 2014 (con/sin estrés hídrico)
I-214 (10+10) y Raspalje (10+10)
Inoculación: julio 2024, mayo 2025

Villarroaño 2022
I-214 (10+10)
Inoculación: mayo 2025

Palanquinos 2025
Raspalje (10+10)
Inoculación: mayo 2025



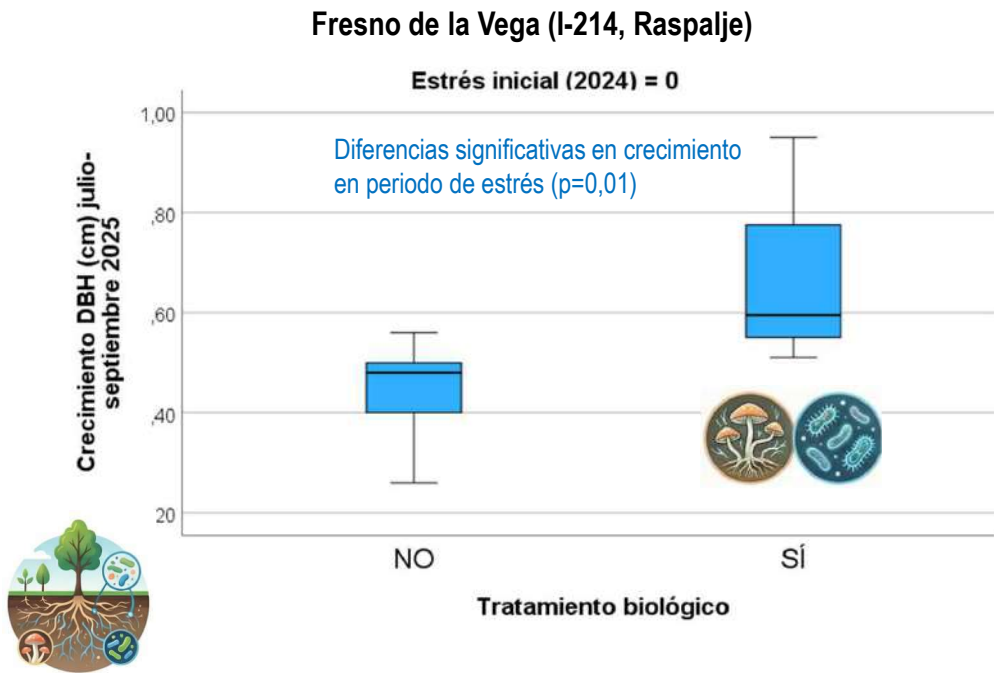
Smart Poplar: primeros resultados (I)

Micorrización exitosa (plantas inoculadas)

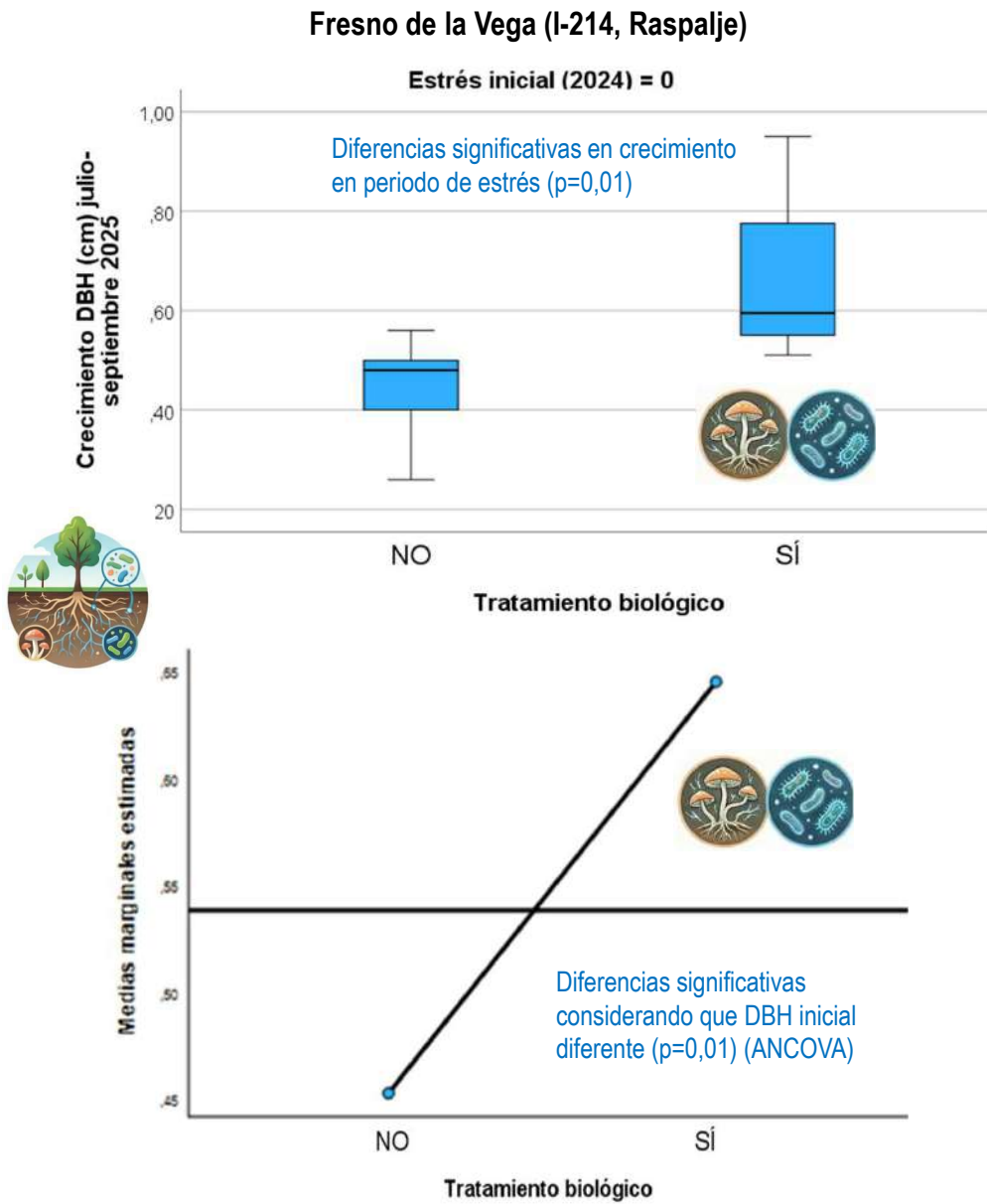
En los no inoculados no está presente



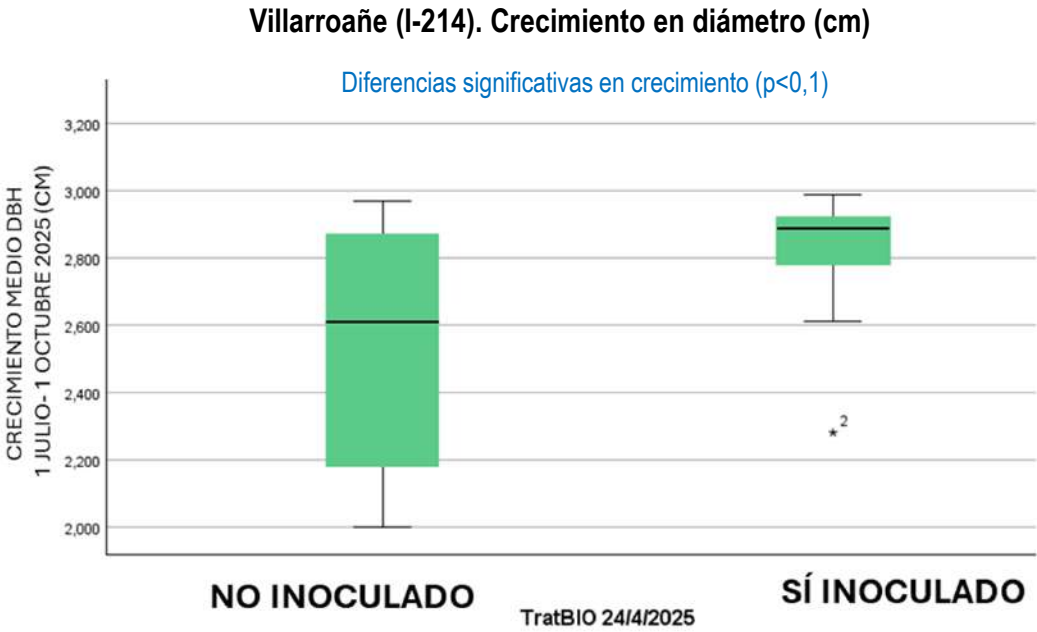
Smart Poplar: primeros resultados (I)



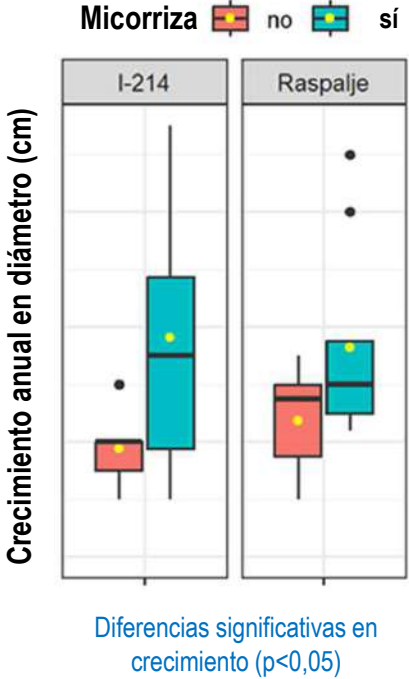
Smart Poplar: primeros resultados (I)



Smart Poplar: primeros resultados (II)



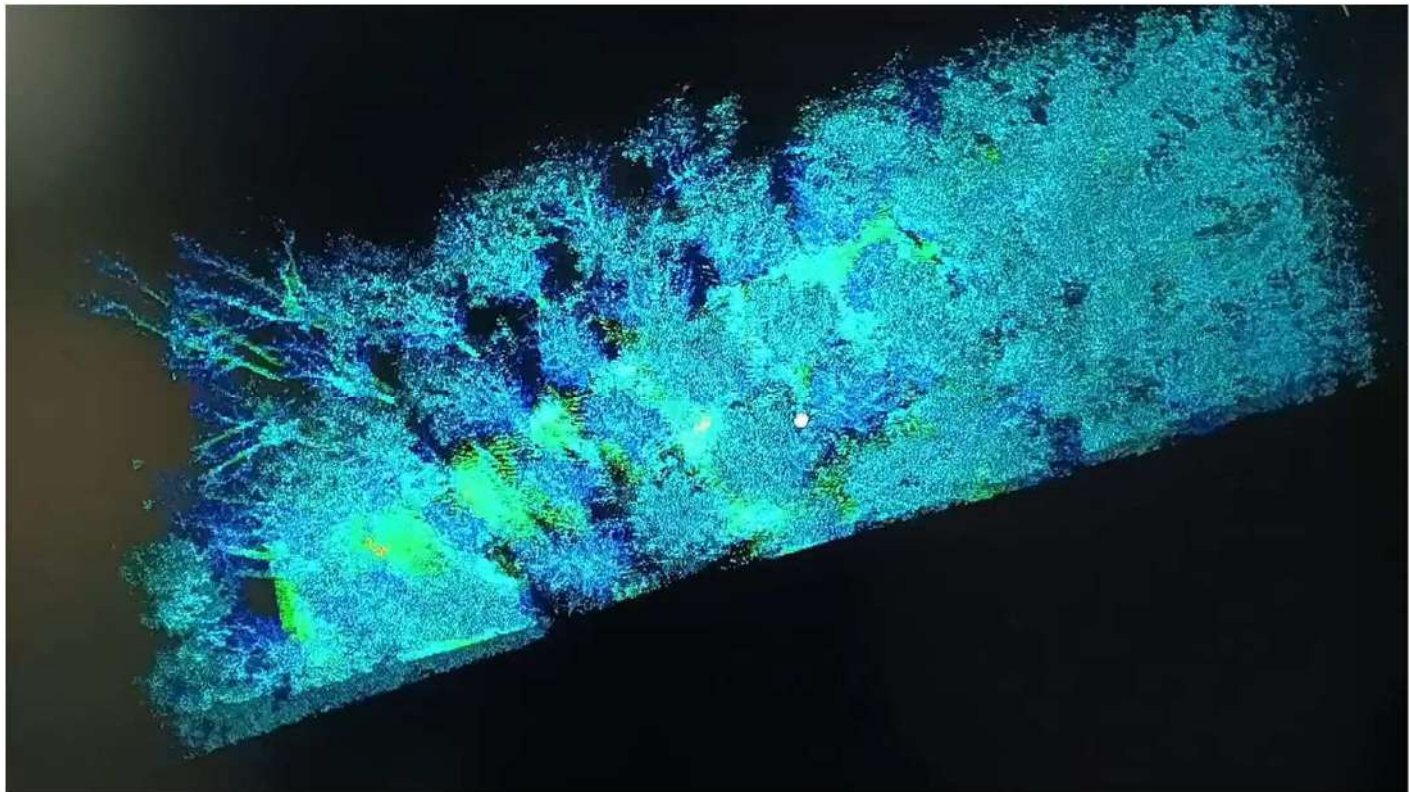
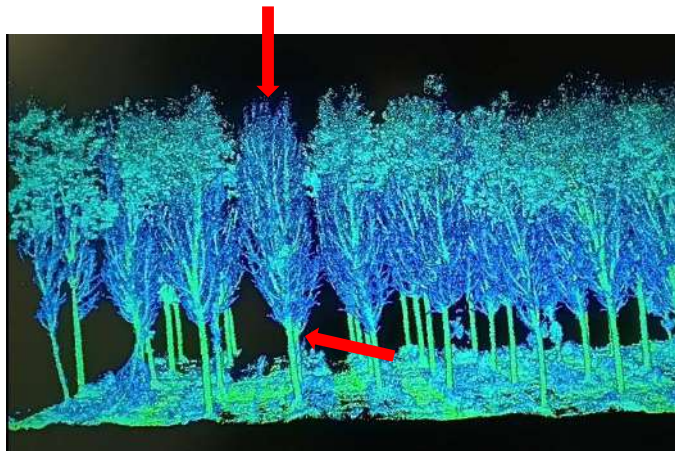
Cubillos del Sil (condiciones controladas)



Smart Poplar: primeros resultados (III)

Gemelos Digitales 3D e IoT

Réplicas virtuales y sensores
para monitorizar el estrés
hídrico en tiempo real.



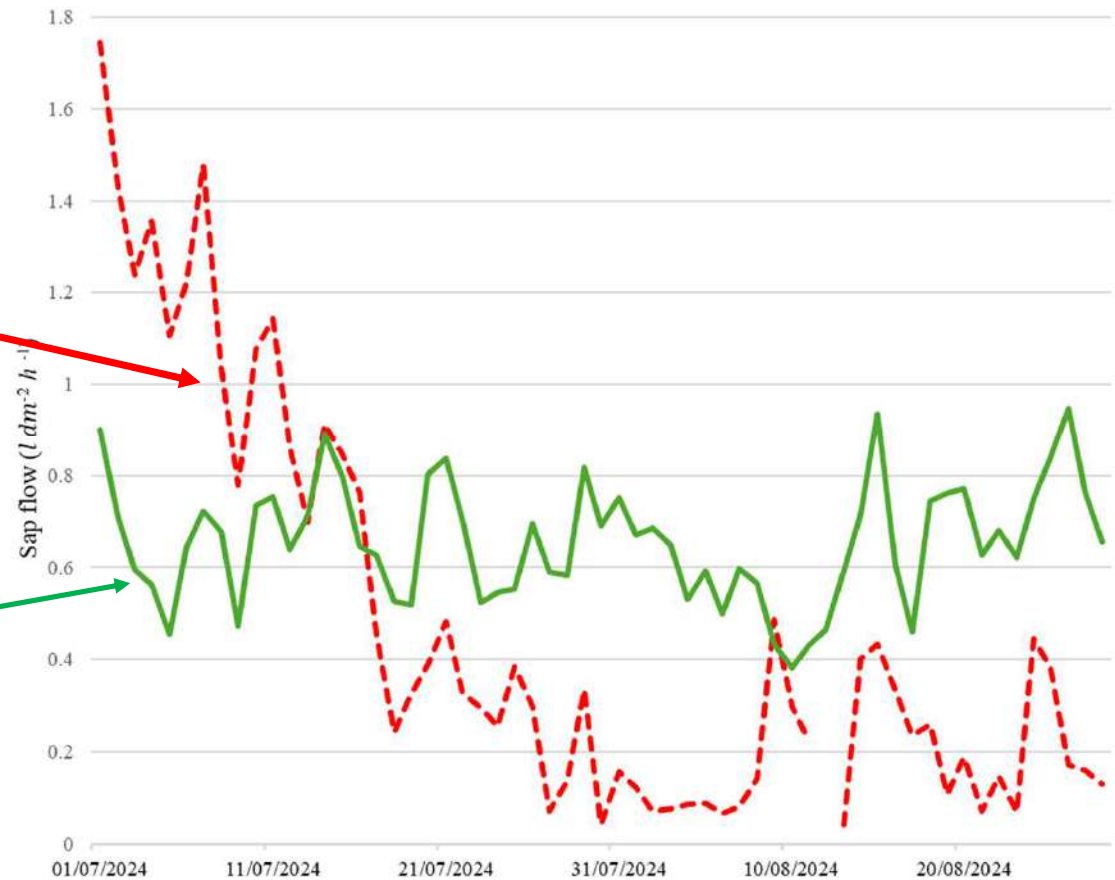
Smart Poplar: primeros resultados (y IV)

Gemelos Digitales 3D e IoT

Réplicas virtuales y sensores para monitorizar el estrés hídrico en tiempo real.



Sistema de alerta temprana y en tiempo real



Smart Poplar: visión industrial



No más agua,
sino mejor uso del agua disponible



Mismo uso industrial (desenrollo)



Árboles vivos a fin de turno



Smart Poplar: visión industrial



No más agua,
sino mejor uso del agua disponible



Mismo uso industrial (desenrollo)



Árboles vivos a fin de turno

SOLUCIONES



Biológicas
Preventivas
Residuo cero



Smart Poplar: visión industrial



No más agua,
sino mejor uso del agua disponible



Mismo uso industrial (desenrollo)

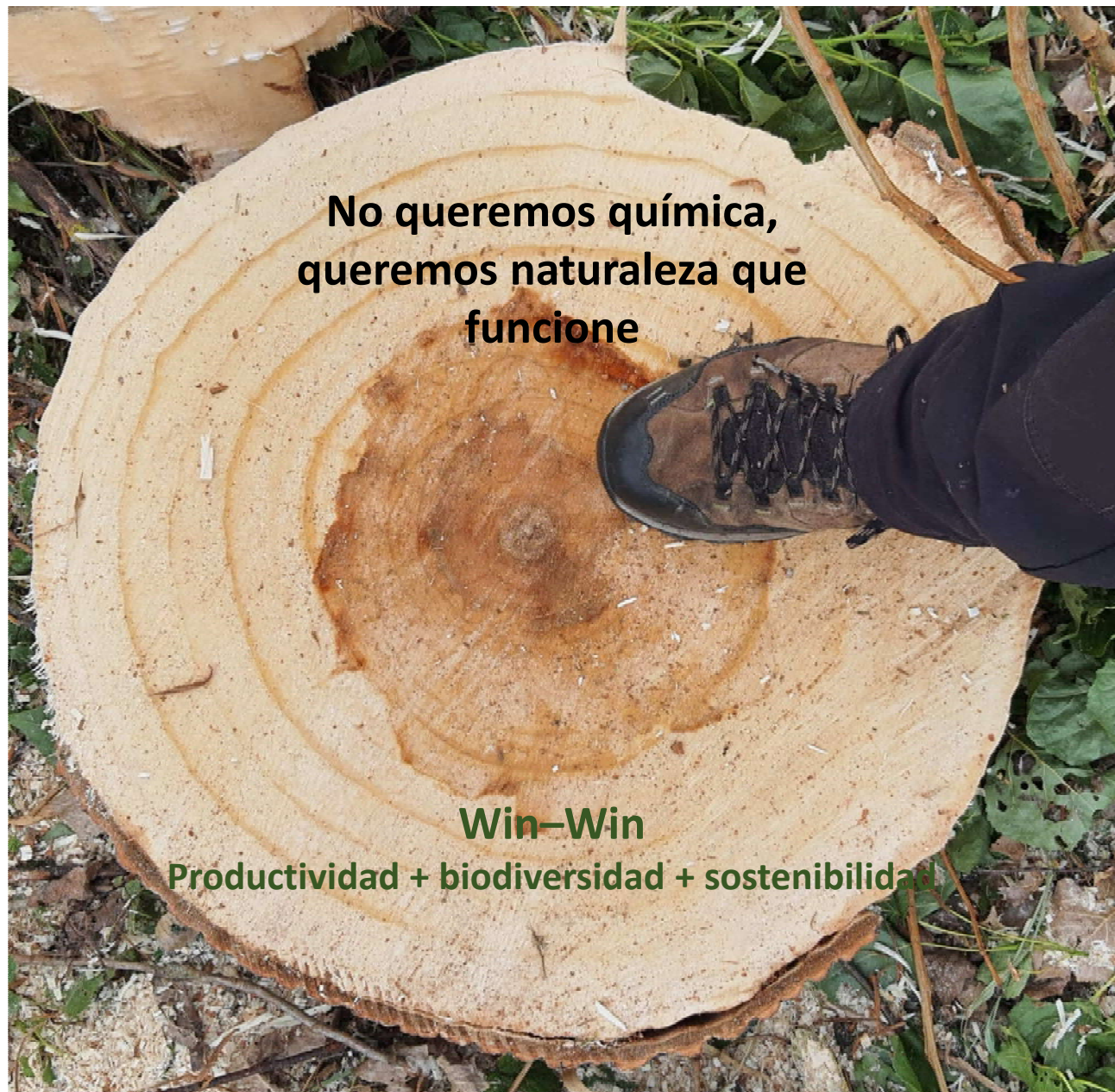


Árboles vivos a fin de turno

SOLUCIONES



Biológicas
Preventivas
Residuo cero



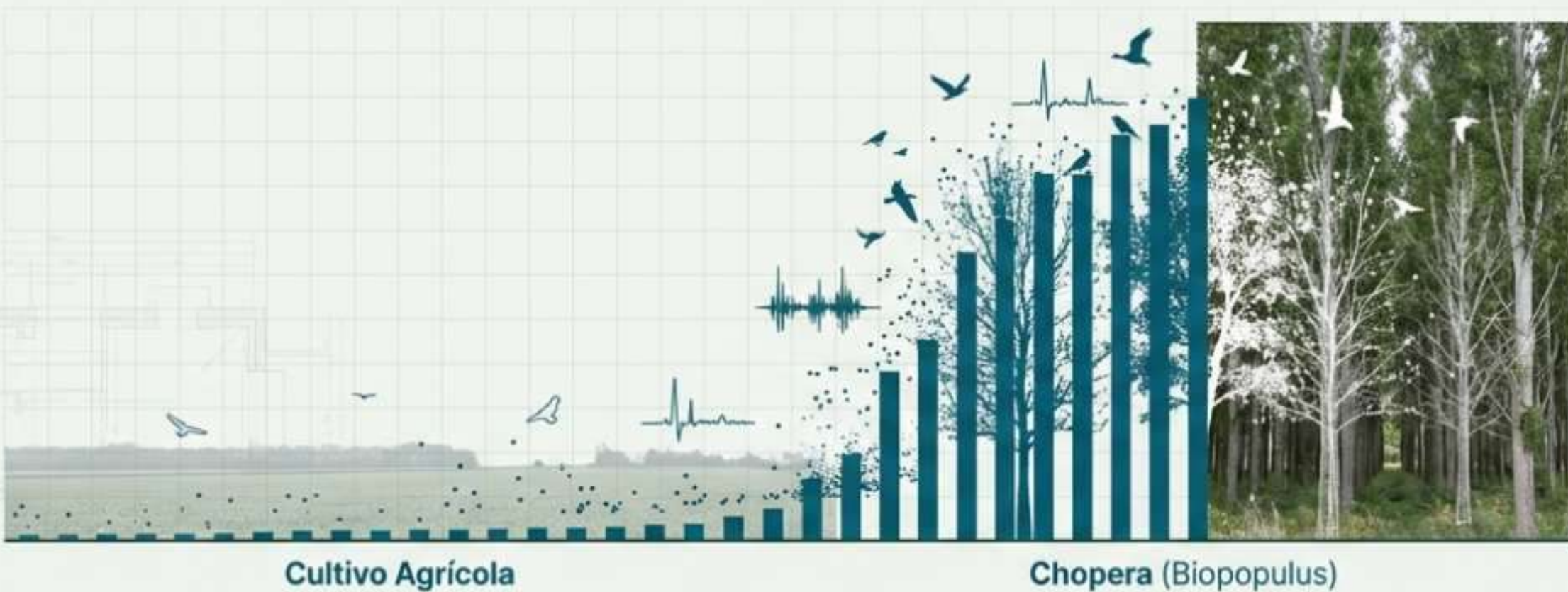
No queremos química,
queremos naturaleza que
funcione

Win–Win

Productividad + biodiversidad + sostenibilidad



Biopopulus: medir la biodiversidad para gestionarla mejor



La biodiversidad de las choperas existe
Ahora podemos medirla, cuantificarla y valorarla

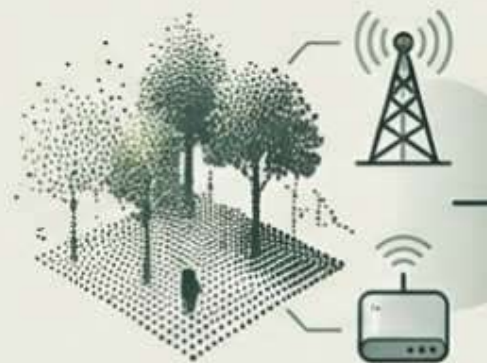




Métricas
Certificadas



Créditos de
Biodiversidad



Biopopulus como demostrador tecnológico

Tecnología para hacer visible lo
invisible

Digitalización + IA

Transferencia

Recursos de zonas rurales



universidad
de león



Cofinanciado por
la Unión Europea



DIGIS³



Ayuntamiento de
Fresno de la Vega



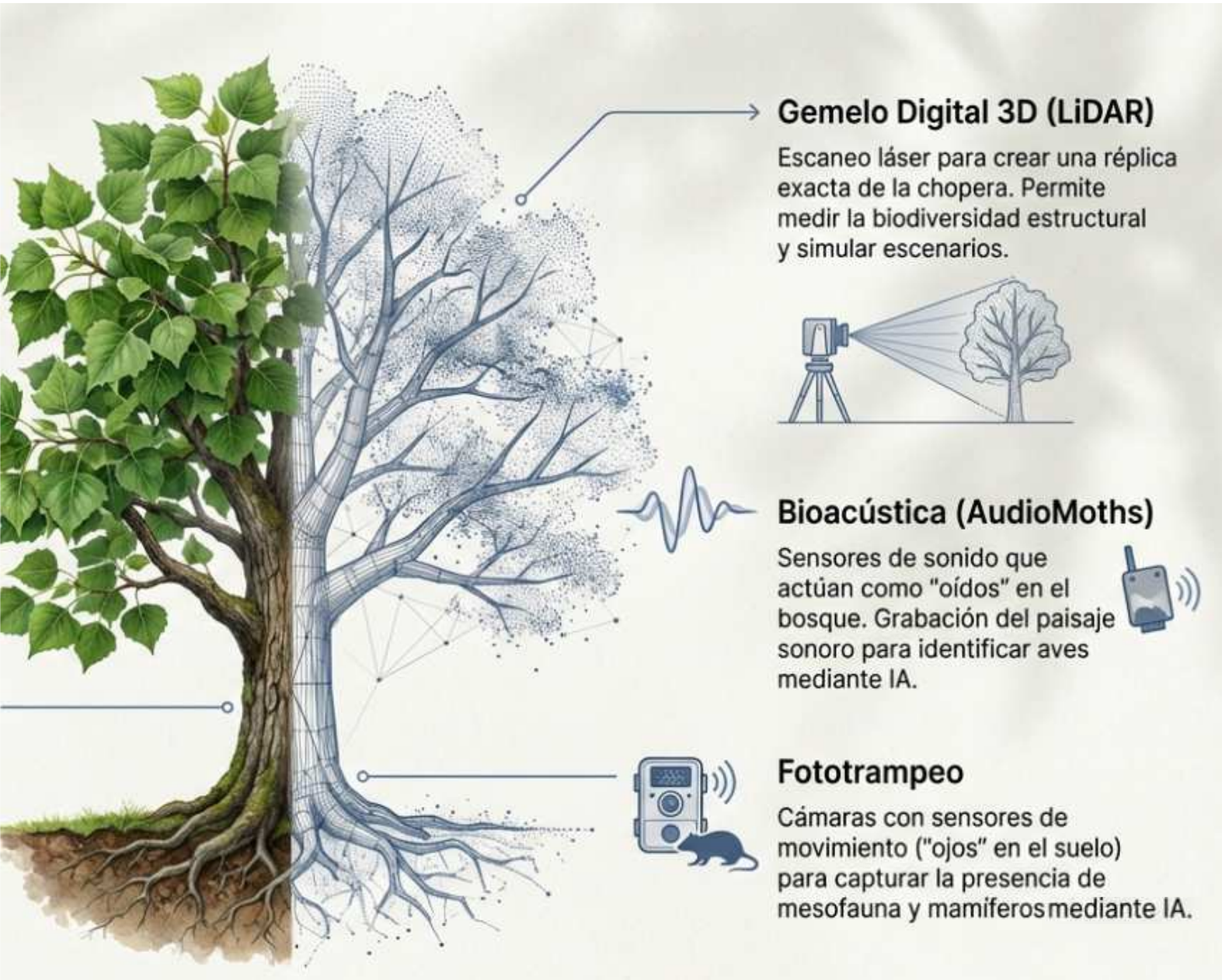
Ayuntamiento
de Riello



SOMACYL



Junta de
Castilla y León



Gemelo Digital 3D (LiDAR)

Escaneo láser para crear una réplica exacta de la chopera. Permite medir la biodiversidad estructural y simular escenarios.



Bioacústica (AudioMoths)

Sensores de sonido que actúan como "oídos" en el bosque. Grabación del paisaje sonoro para identificar aves mediante IA.



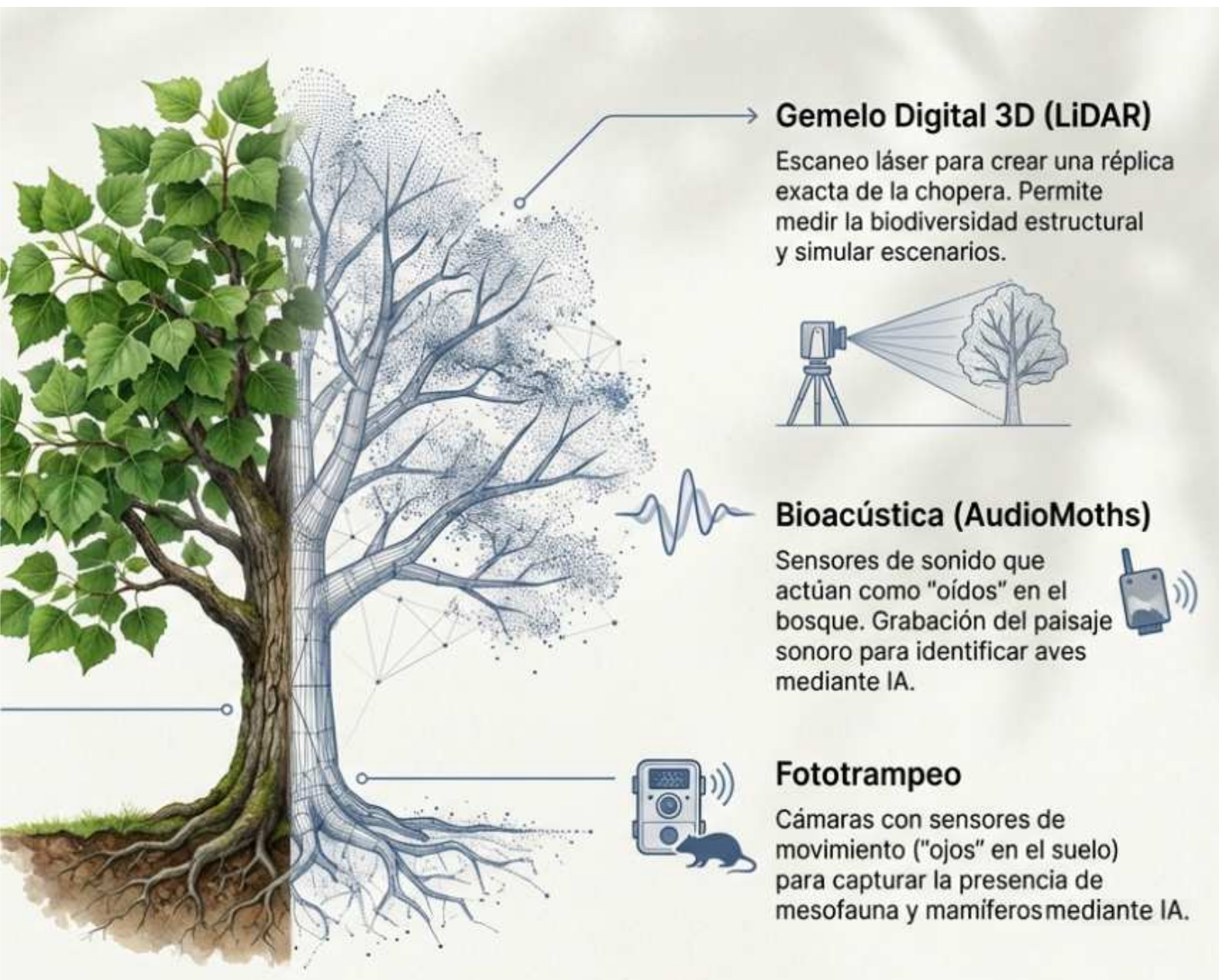
Fototrampeo

Cámaras con sensores de movimiento ("ojos" en el suelo) para capturar la presencia de mesofauna y mamíferos mediante IA.



Biopopulus como demostrador tecnológico

Tecnología para hacer visible lo invisible



Biopopulus como demostrador tecnológico

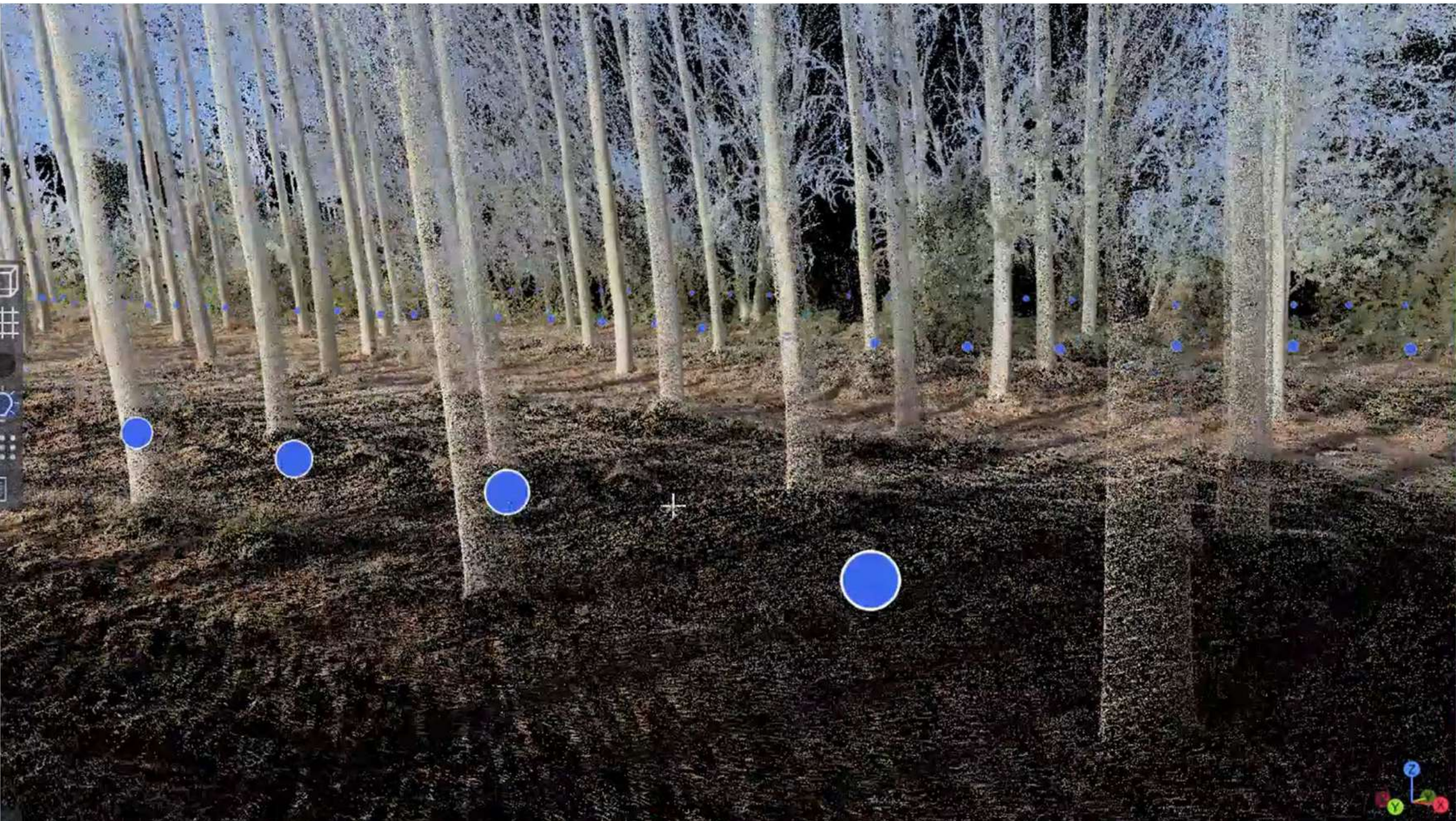
Tecnología para hacer visible lo invisible

De la estructura de la vegetación a la fauna:

¿Cómo se traduce una buena gestión del territorio/vegetación en biodiversidad animal?

Seguimiento durante todo el ciclo de la chopera

Comparación choperas diferentes cuencas/especies



Biopopulus: la biodiversidad como respuesta

8 (+ 8) cámaras de fototrampeo + IA + tiempo real

Julio 2025 a julio 2026

Choperas jóvenes

Choperas en turno (adultas)

Choperas de *Populus nigra*



Biopopulus: la biodiversidad como respuesta

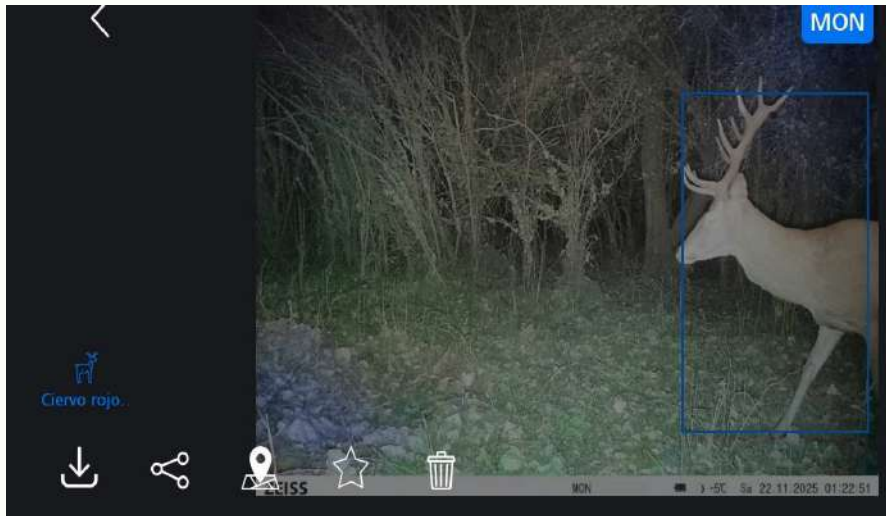
8 (+ 8) cámaras de fototrampeo + IA + tiempo real

Julio 2025 a julio 2026

Choperas jóvenes

Choperas en turno (adultas)

Choperas de *Populus nigra*

















ZEISS

FR SUR

🔋 🌙 46°C Fr 15.08.2025 16:49:50





ZEISS

FR SUR

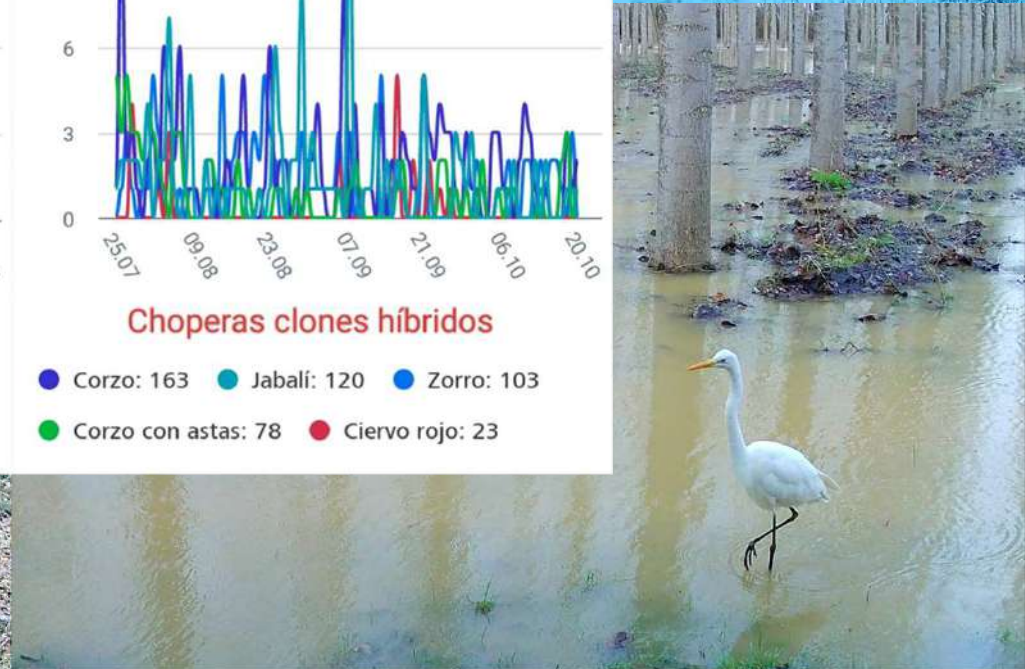
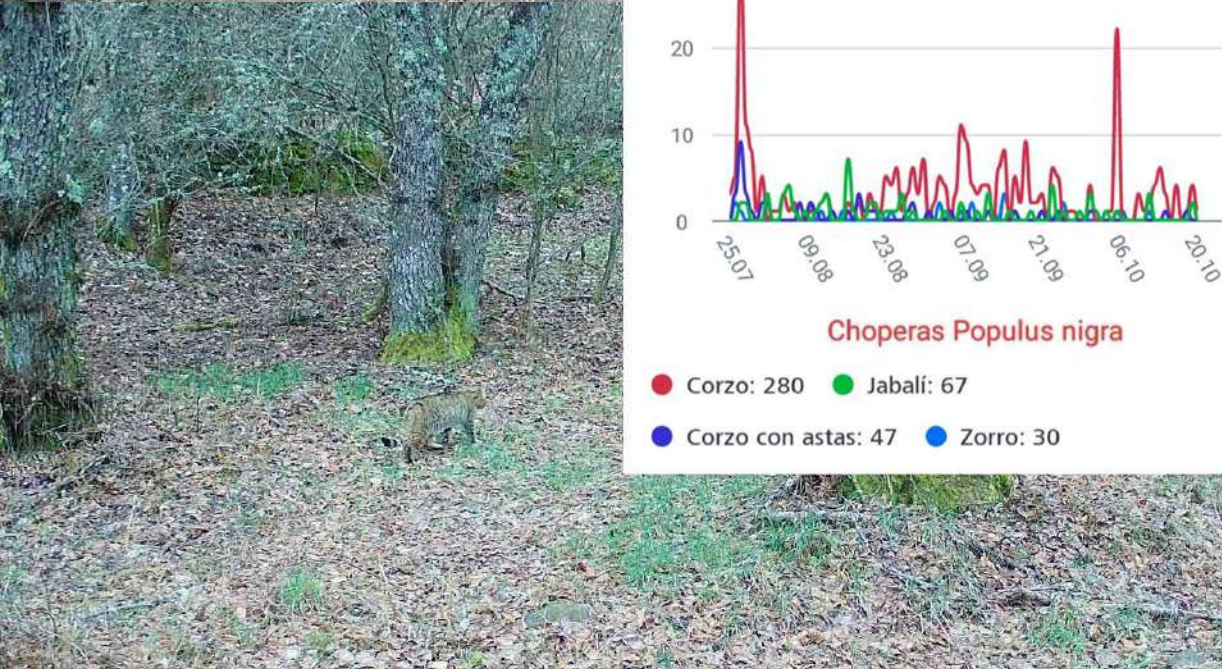
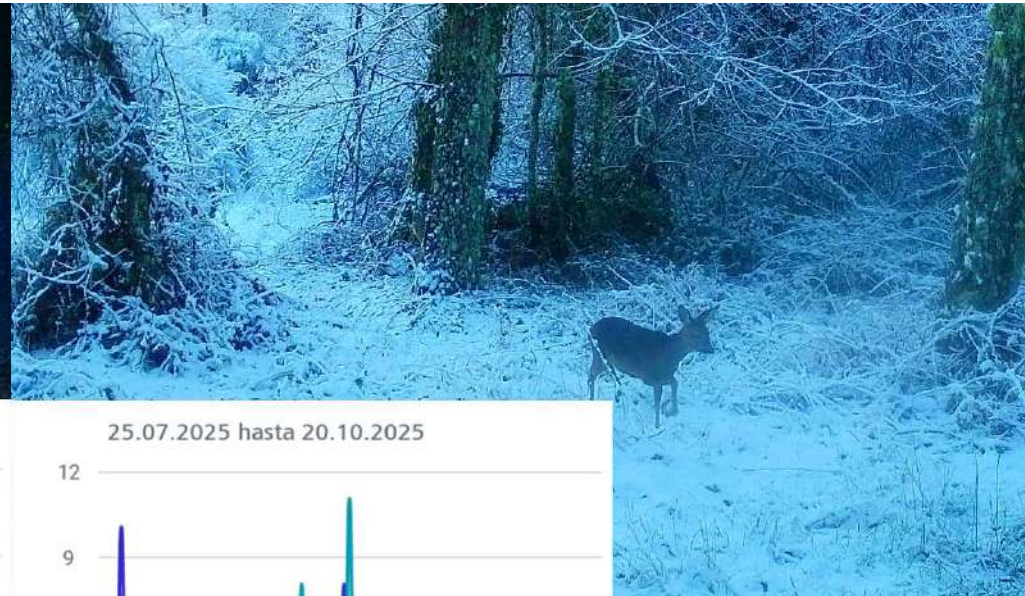
20°C So 17.08.2025 02:22:28



ZEISS

FR SUR

☑ (21°C Do 21.08.2025 21:15:27





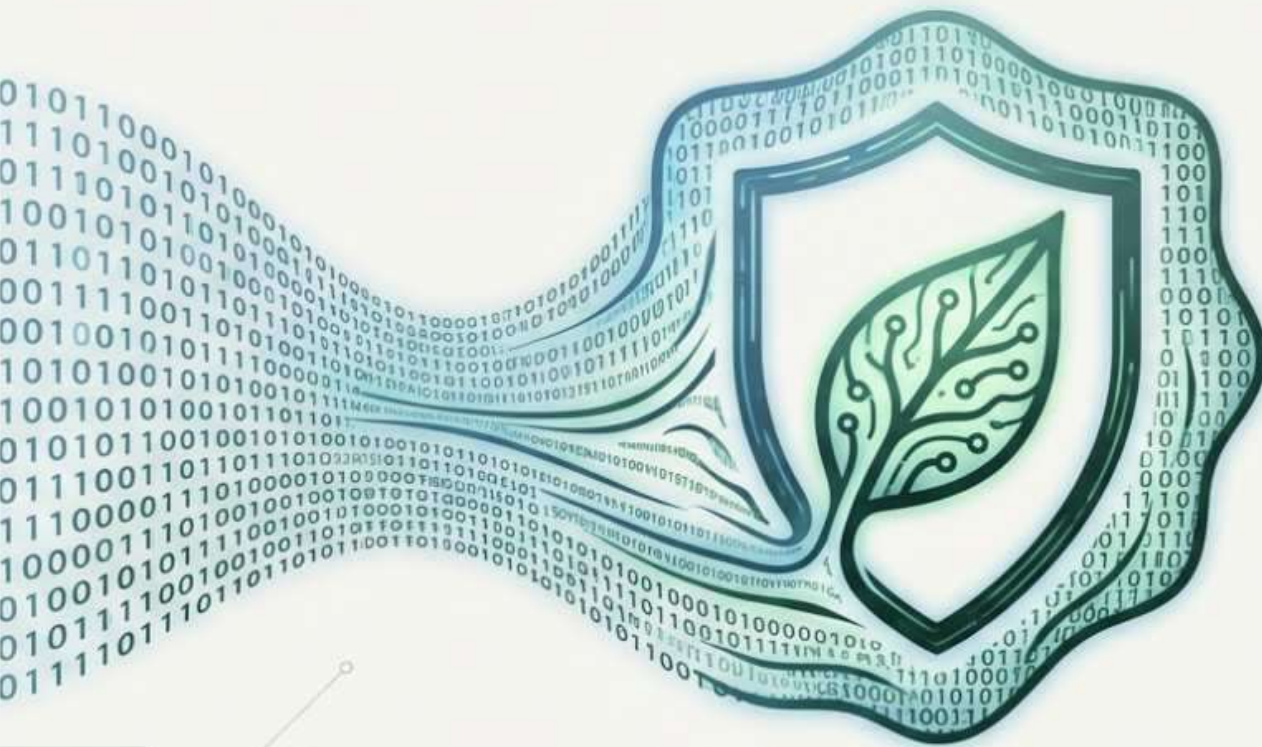
Oasis de Biodiversidad



El Hallazgo: La estructura vegetal compleja atrae y sostiene aves migratorias y mesofauna, actuando como refugio frente a la homogeneidad agrícola.



Biopopulus: la biodiversidad como respuesta



Hacia los créditos de biodiversidad

La cuantificación objetiva permite integrar las choperas en los mercados de finanzas verdes.

Toma de decisiones

Datos objetivos para gestores forestales, ayuntamientos y políticas públicas.

Oportunidad

Transformar la biodiversidad de un concepto abstracto a un activo tangible y gestionable.

Choperas, biodiversidad y adaptación al cambio climático





A photograph of a dense forest with tall, slender trees. The ground is covered in fallen leaves and low-lying vegetation. The trees have green and yellow foliage, suggesting an autumn setting. The perspective is from a low angle looking down a path between the trees.

**La tecnología y la biotecnología no alejan a la chopera
de la naturaleza.**



**La tecnología y la biotecnología no alejan a la chopera
de la naturaleza.**

***La integran mejor en un clima cambiante, asegurando su
rentabilidad, sostenibilidad y su valor como refugio de
biodiversidad.***



BIODIVERSIDAD Y MEJORA GENÉTICA VEGETAL

BLOQUE 3. Dinámica de funcionamiento de la biodiversidad en los ecosistemas. Herramientas y casos de estudio (II)

Choperas, biodiversidad y adaptación al cambio climático

De la gestión productiva a los servicios ecosistémicos

Flor Álvarez Taboada

Universidad de León (Campus de Ponferrada)

Carlos Álvarez Cuevas

Garnica Plywood Valencia de Don Juan (León)



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural