



**föra**  
forest technologies

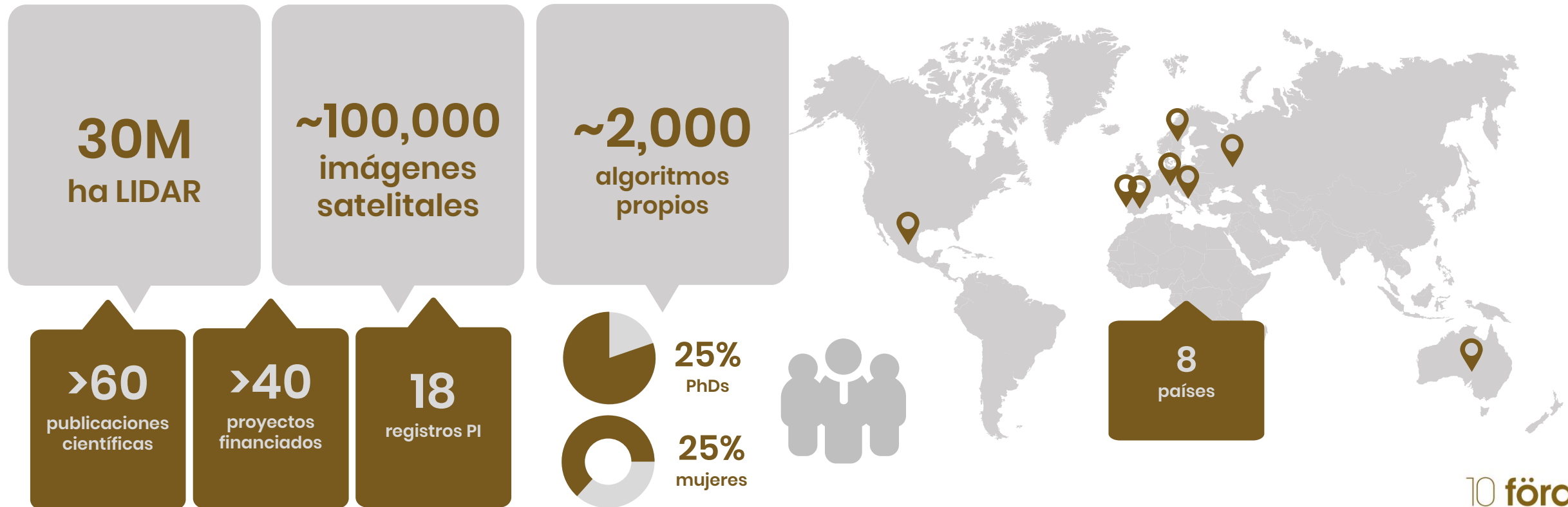
Uso combinado de datos  
del IFN, sensores remotos,  
modelización e IA para el  
inventario forestal  
continuo

Rafael Alonso Ponce

## qué hacemos

- tecnología e **innovación agro-forestal**
- evaluación de **servicios ecosistémicos/recursos ambientales**
- Uso de **datos remotos** (LiDAR, multiespectral, radar)
- Creación de soluciones con **Inteligencia Artificial**

## algunas cifras



qué hacemos

tecnología e innovación agro-forestal



LiDAR  
modelos  
forestales  
carbono

satélite



ecología y  
bioestadística



IA



no  
maderables



desarrollo



visión artificial  
gemelos digitales  
RADAR



forecast



servicios  
ecosistémicos



individualización y  
superresolución



green  
cities



alguna

h

publ  
cie









OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

mujeres



# Las tres patas del inventario forestal continuo

	Identificación de especies	Cálculo de existencias	Detección de cambios
¿Se nutre del IFN?			
¿Está operativa?			
¿Qué información remota utiliza?	<b>Multiespectral</b>	<b>LiDAR</b>	<b>Multiespectral</b>

# Cálculo de existencias

förecast

registrar demo

# förecast



**la revolución digital llega a tu bosque  
con inventario LiDAR, satélite  
e inteligencia artificial**

förecast es una aplicación web diseñada para gestores forestales que combina tecnología LiDAR y satélite para recopilar y gestionar datos de forma más precisa y tomar decisiones sobre las existencias por medio de la inteligencia artificial.

# Cálculo de existencias

förecast

registrar demo



förecast

la revolución  
con  
e

bosque  
ite

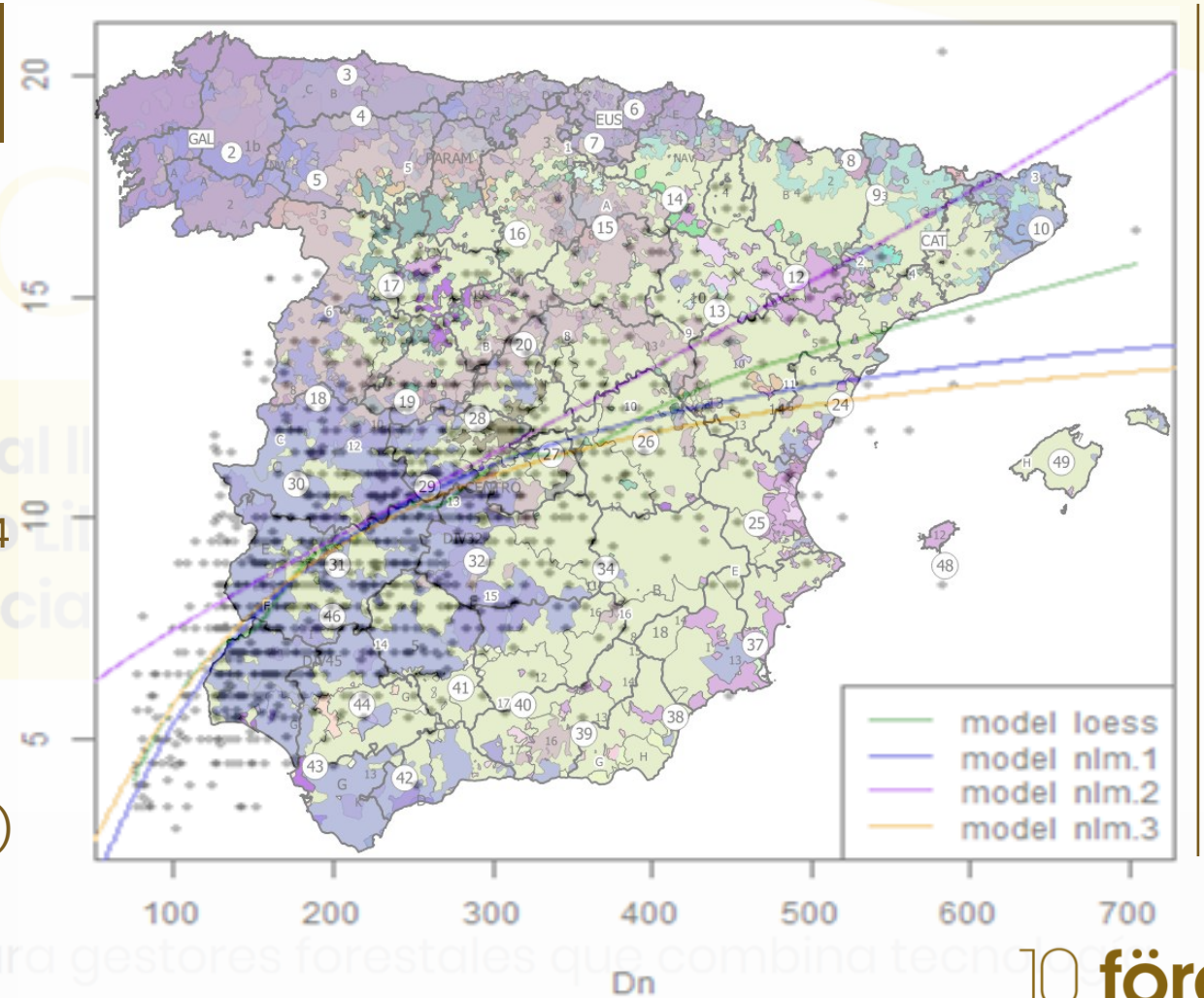
agilidad  
versatilidad  
multiprecisión  
multiescala  
multitemporal  
coste de especies

förecast es una aplicación web diseñada para bosques que combina tecnología LiDAR y satélite para recopilar y gestionar datos de forma más precisa y tomar decisiones sobre las existencias por medio de la inteligencia artificial.



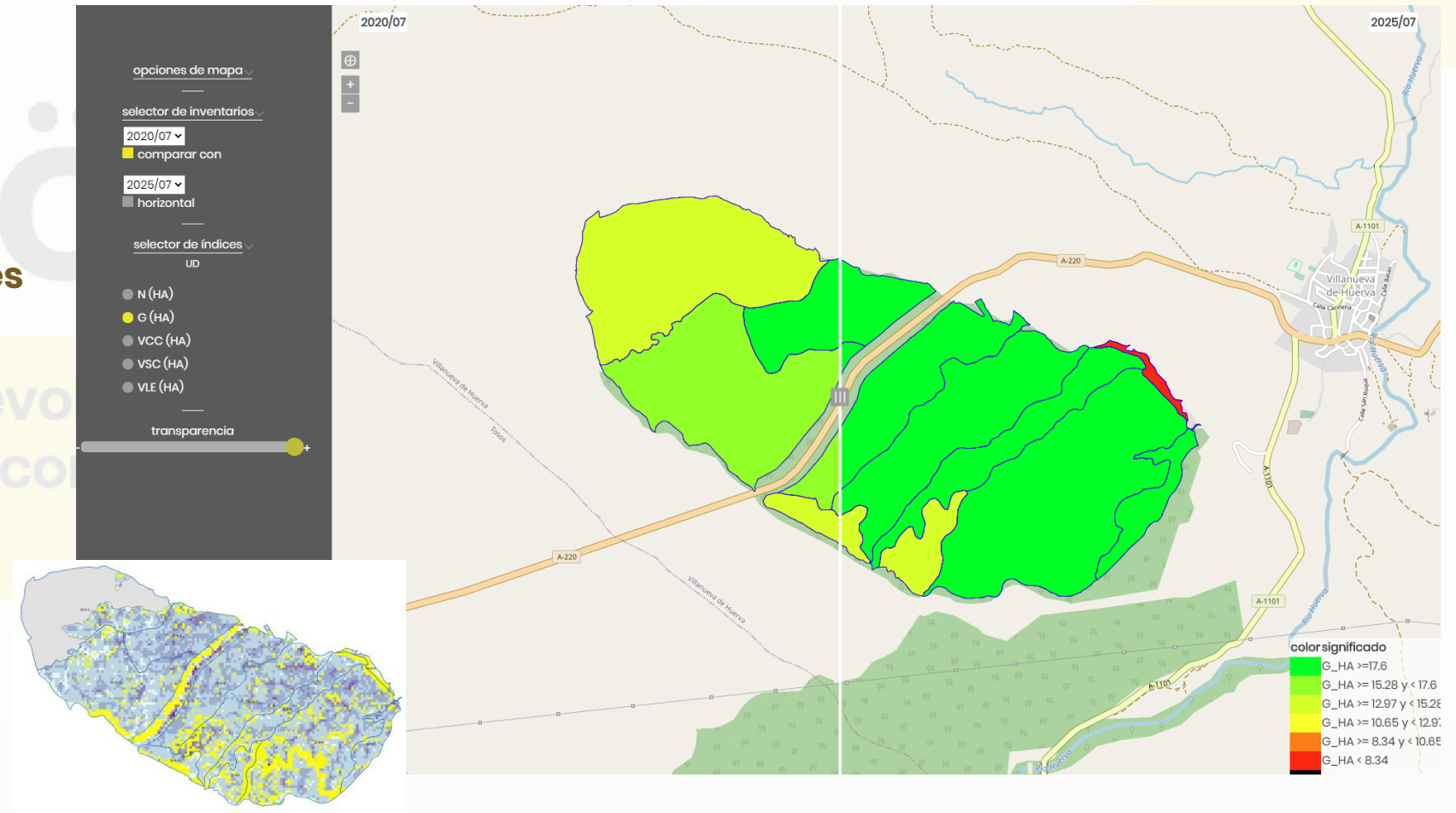
# versatilidad gracias (no sólo) al IFN

- Para los 60 táxones forestales más relevantes, por regiones de procedencia, forma principal de masa y composición específica:
  - Ecuaciones de perfil.
  - Ecuaciones Ho-t (calidad de estación).
  - Ecuaciones h-d propias (4305 modelos válidos para 1456 combinaciones especie/FPM/CE/RF y 214 combinaciones especie/FPM/CE).
  - Biomasa por fracciones y carbono.
  - Volumen por productos.
  - Modelos de crecimiento (DMD).
  - Tarifas y supertarifas IFN.
- Admite tanto datos remotos libres (Sentinel, PNOA...) como adquiridos *ad hoc* (p.ej. dron)



# multitemporal

- Estimación de crecimientos
- Estimación de calidad de estación
- Identificación de perturbaciones
- Control de cambios



forecast es una aplicación web diseñada para gestores forestales que combina tecnología



# Control de Cambios



## ESPECÍFICO

El producto está orientado específicamente a la gestión forestal.



## INNOVADOR

Producto innovador con un diseño atractivo, sencillo y funcional.



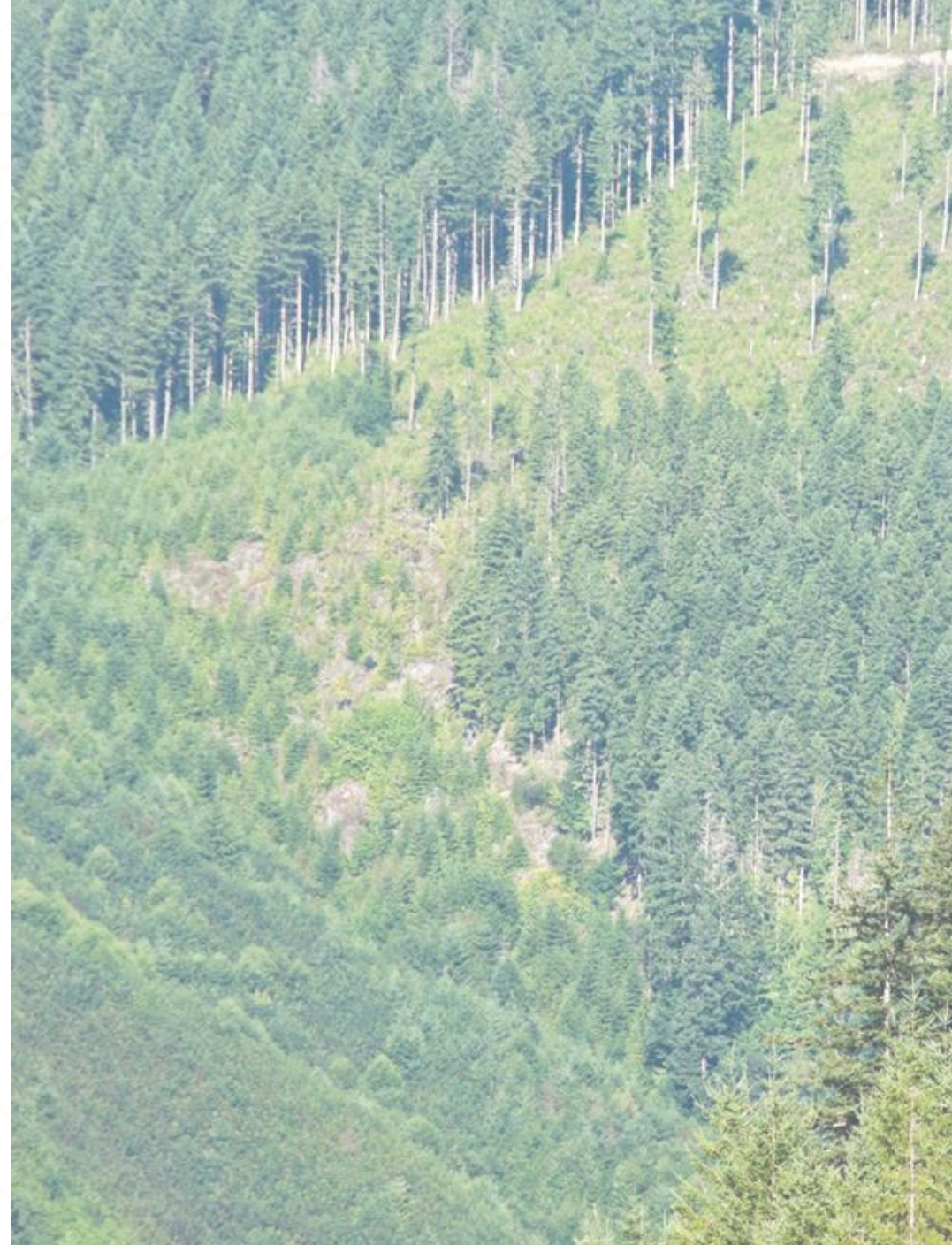
## TESTADO

Testado y en funcionamiento en administraciones como la Xunta de Galicia



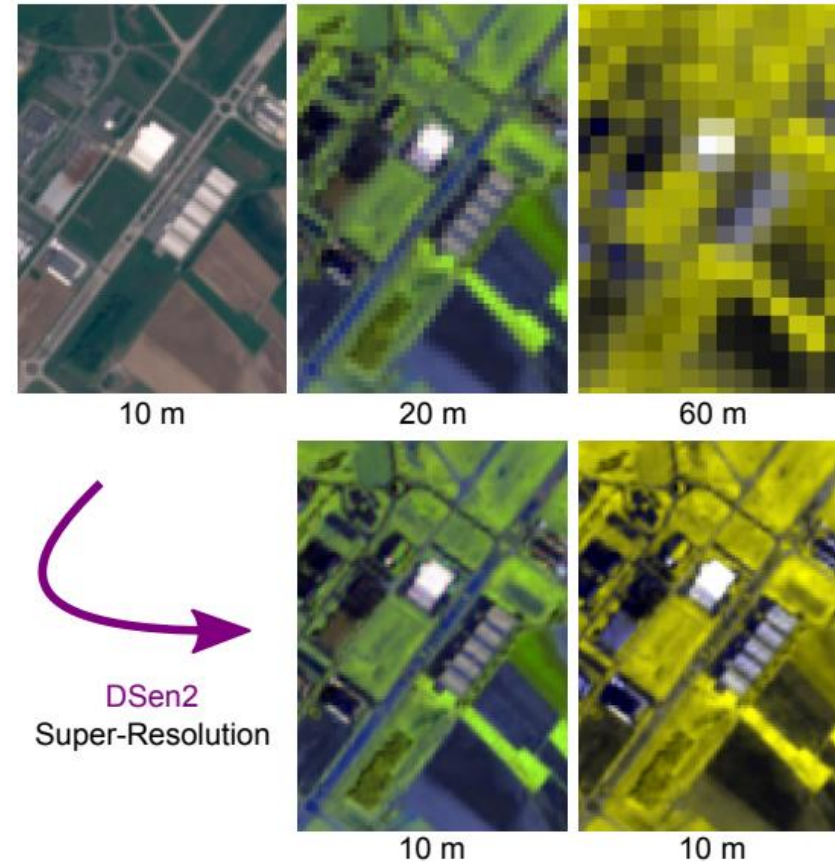
## AUTÉNTICO

Está diseñado con la ayuda y la aportación de ingenieros forestales expertos.



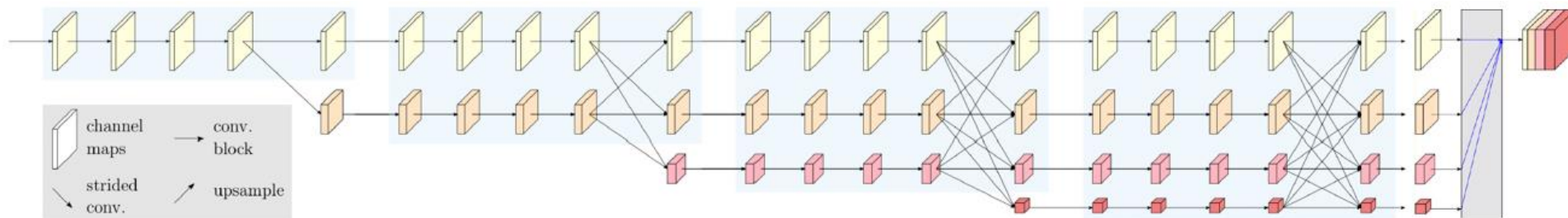
## Súper resolución

- Utilizamos el modelo CNN DSen2 (Lanaras et al., 2018)
- Incrementamos la resolución de todas las bandas de Sentinel-2 L2A a 10m



Fuente: Lanaras et al. (2018).

## Generación de máscara de nubes



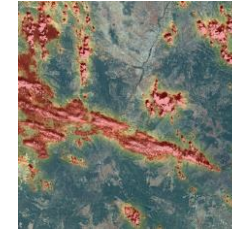
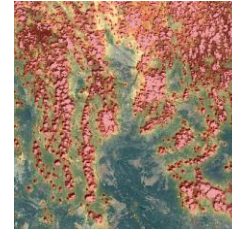
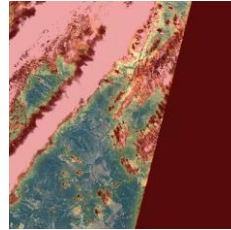
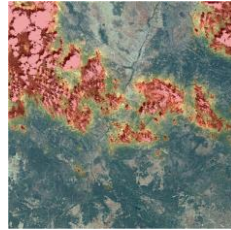
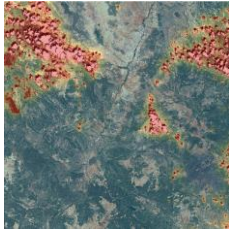
Fuente: Wang et al. (2020).

- Entrenamos el CNN de segmentación HRNet+OCR (Wang et al., 2020) utilizando el *dataset* de Baetens & Hagolle (2018)
- Utilizamos todas las bandas de Sentinel-2 L2A a super resolución de 10 m.
- Se detectan las siguientes clases:
  - Nubes
  - Neblinas
  - Sombras de nubes
  - Suelo desnudo
  - Agua
  - Nieve

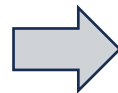


## Media ponderada píxel a píxel

- La información radiométrica de cada escena se promedia de acuerdo a los pesos de cada píxel.



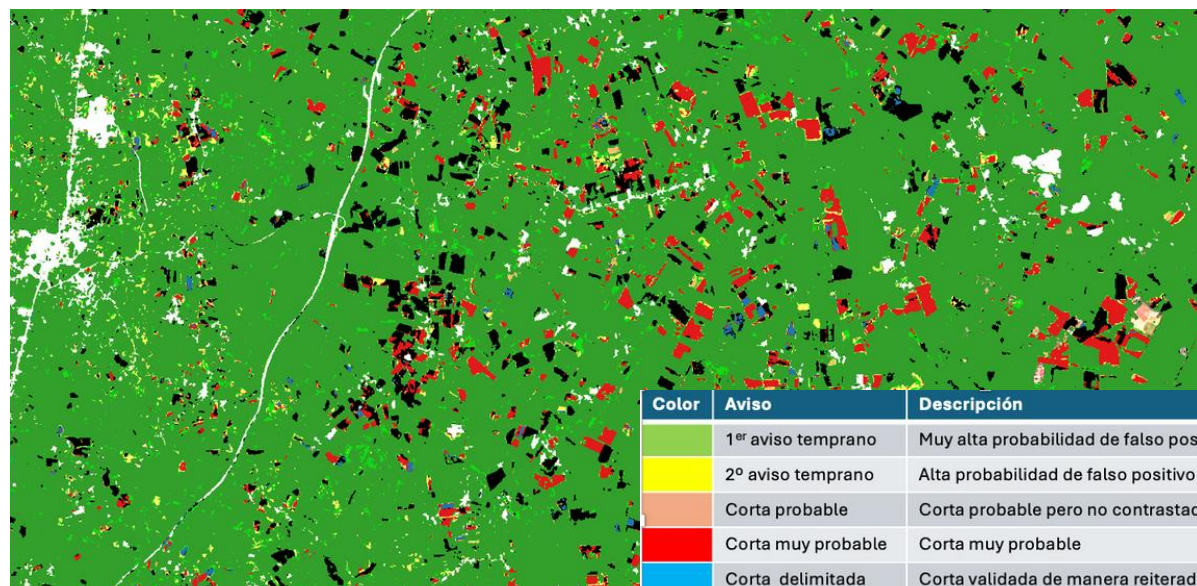
**Producto  
final**



Mosaico libre de nubes  
2023 - 05



Mosaico libre de nubes  
2023 - 10



Color	Aviso	Descripción
Light Green	1er aviso temprano	Muy alta probabilidad de falso positivo
Yellow	2º aviso temprano	Alta probabilidad de falso positivo
Light Orange	Corta probable	Corta probable pero no contrastada
Red	Corta muy probable	Corta muy probable
Blue	Corta delimitada	Corta validada de manera reiterada el suficiente tiempo como para que tenga alta probabilidad
Black	Corta	Corta recurrente (ya delimitada con anterioridad)



## Importancia del servicio



Permite analizar gran cantidad de información satelital Sentinel-2



Obtención de datos de series temporales desde el 2019 y actualización constante (cada 6 días)



Evaluación de grandes superficies sin necesidad de recursos

## Ventajas del servicio



Procesado pixel a pixel con algoritmos de IA



Resultados analíticos y en formato cartográfico



Facilita a los inspectores definir zonas con alta probabilidad de necesidad de inspección



Obtención de la identificación de códigos de parcelas afectadas



Cumplimiento de EUDR

## Funcionalidades



Procedimientos totalmente automatizados para generación de datos de detección de cortas



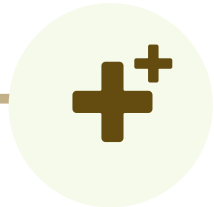
Identificación, validación y delimitación de las áreas con probabilidad de corta forestal



Geoprocesos en interacción con el Catastro e información SigPac



Generación de imágenes satelitales libres de nubes mensuales



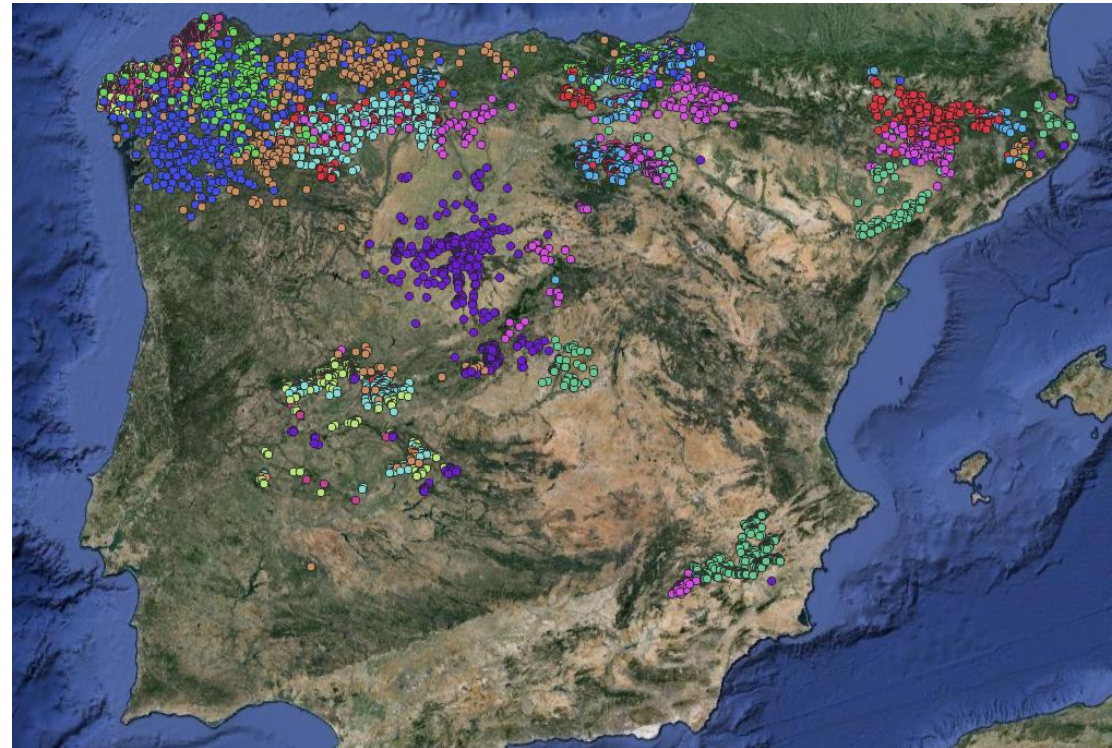


# Identificación de especies

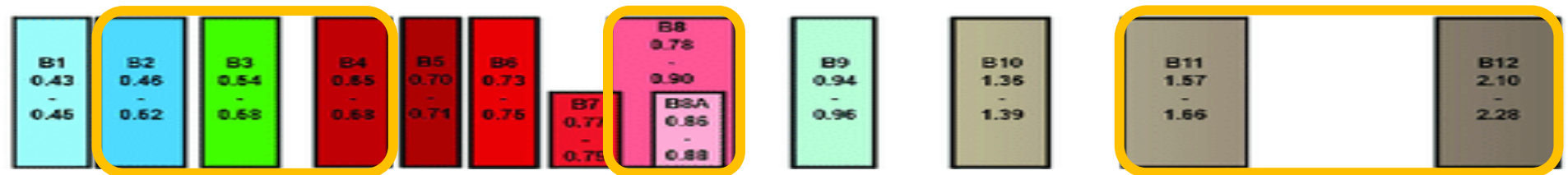
## Datos

IFN4  
(verdad-terreno)

*Pinus sylvestris*  
*Pinus pinea*  
*Pinus halepensis*  
*Pinus nigra*  
*Pinus pinaster*  
*Pinus radiata*  
*Quercus robur*  
*Quercus pyrenaica*  
*Eucalyptus globulus*  
*Fagus sylvatica*  
*Castanea sativa*



Sentinel-2

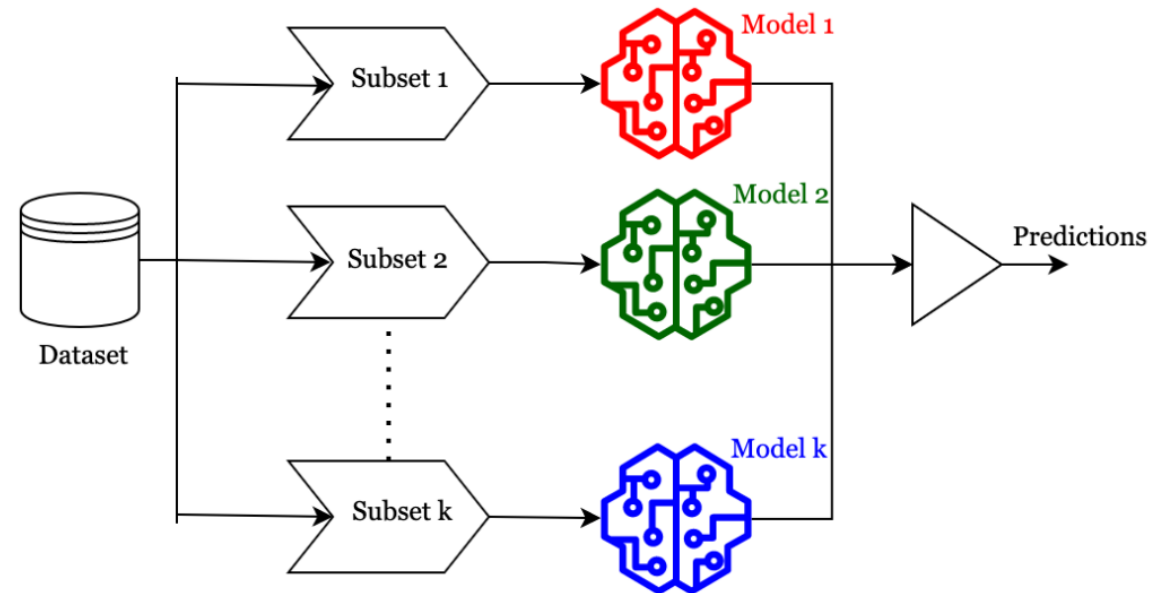


# Identificación de especies

## Modelización

Modelo mixto por la combinación de resultados de predicciones (por media y por votación) de tres modelos:

- CNN
- ResNet
- LSTM



# Identificación de especies

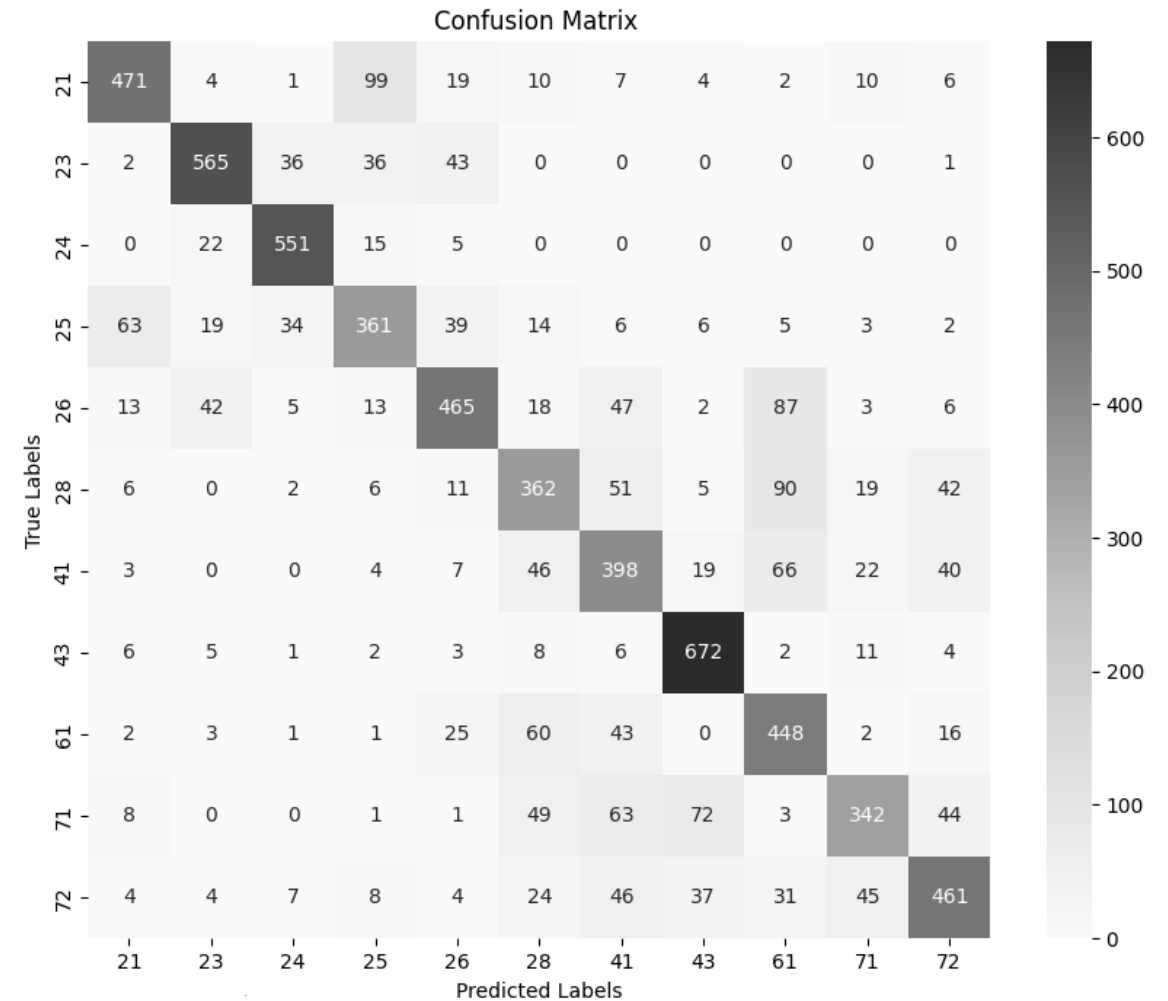
## Primeros resultados

### Mismo periodo (2022-2023)

Modelo	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
CNN	0.77	0.77	0.77	0.77
Resnet	0.80	0.80	0.80	0.80
LSTM	0.68	0.68	0.68	0.68
Modelo conjunto	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>

### Distinto periodo (2020-2021)

Modelo	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
CNN	0.67	0.68	0.67	0.67
Resnet	0.70	0.71	0.70	0.70
LSTM	0.70	0.70	0.70	0.70
Modelo conjunto	<b>0.73</b>	<b>0.74</b>	<b>0.73</b>	<b>0.73</b>



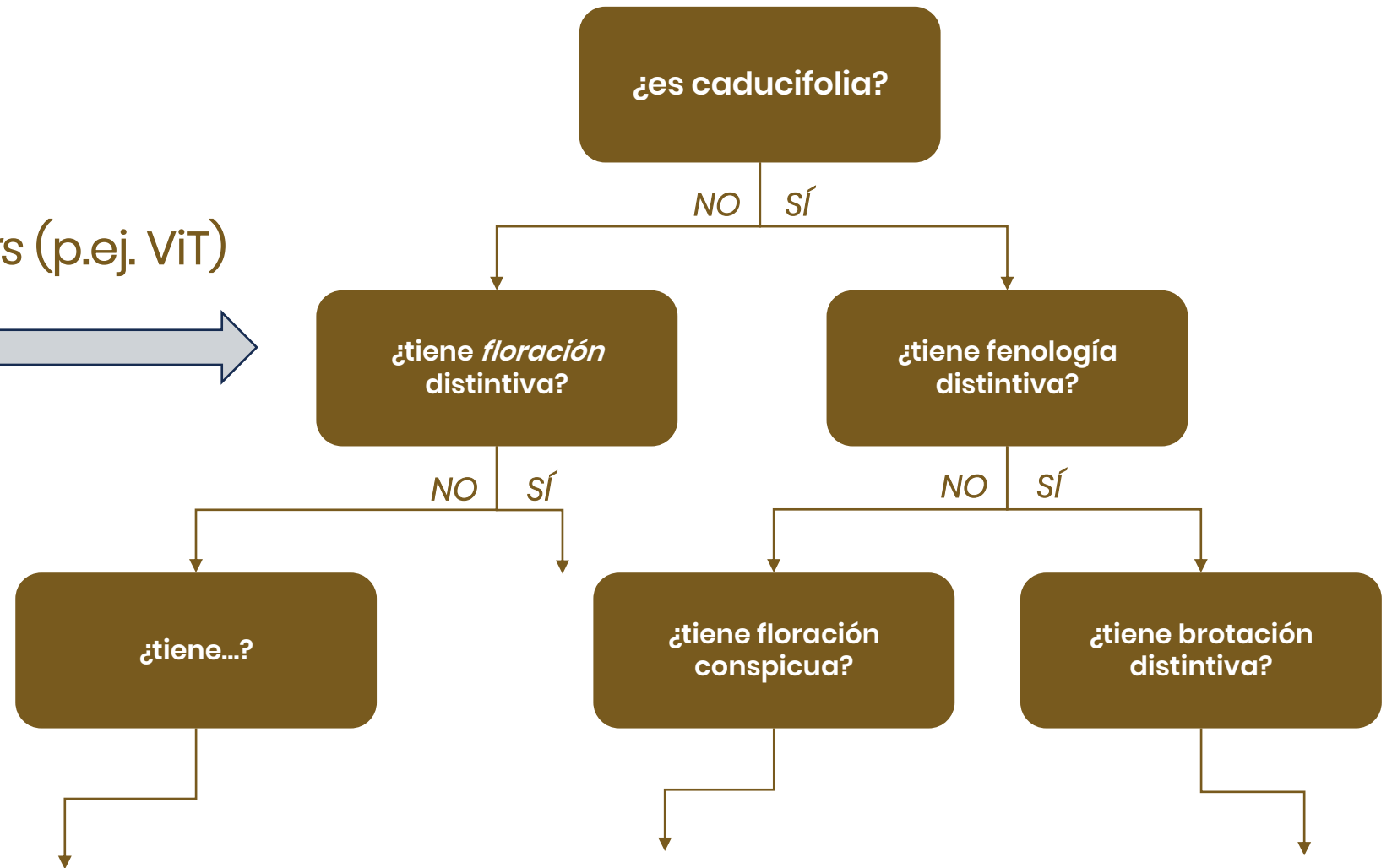
# Identificación de especies

Siguientes  
pasos

Utilización de *transformers* (p.ej. ViT)

Modelos jerárquicos

Modelos regionales



**¡gracias!**

[rafa.alonso@fora.es](mailto:rafa.alonso@fora.es)

[www.fora.es](http://www.fora.es)

10

a ñ o s

**föra**

bosques. datos. futuro