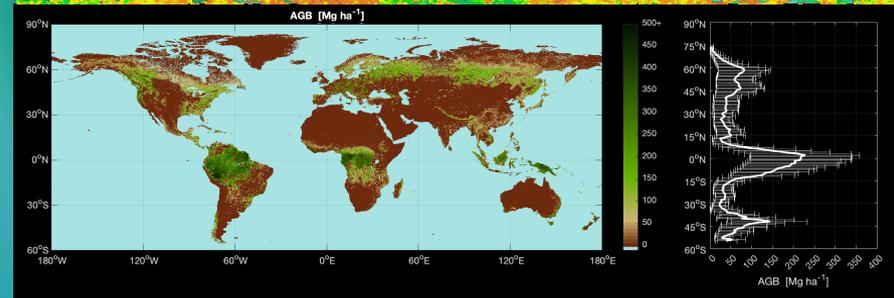


XVII FORO  
INTERNACIONAL sobre  
**CONSERVACIÓN**  
de la **NATURALEZA**



# La biomasa como concepto central en la década de la restauración ecológica: un enfoque espacial

Rafael Rodríguez Altamiranda



Ávila, 16-18 noviembre 2023



# Contenido general

- 01 Introducción & antecedentes, preguntas & objetivos
- 02 La biomasa terrestre y su estimación mediante observación espacial
- 03 Área de estudio, met- & Met., resultados preliminares, discusión
- 04 Conclusiones & Recomendaciones

# Introducción

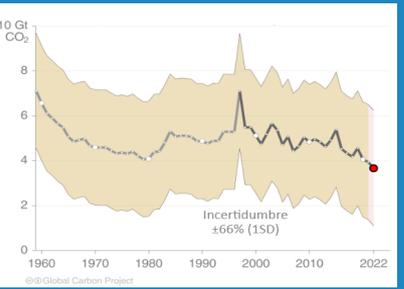
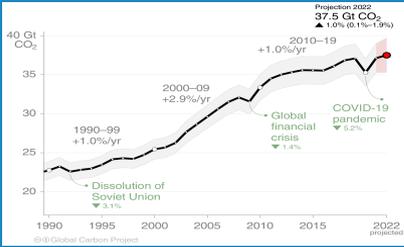
- No hay **precedentes** en la historia de la Tierra, sobre los cambios tan abruptos de la cobertura terrestre causados por el hombre.
- La restauración ecológica (**RE**) encuentra su ventana de **oportunidad** en los cambios de la cobertura terrestre.
- La **biomasa sobre el suelo** (AGB) y su dinámica son elementos claves del **ciclo global del carbono** y por ende es una **variable climática esencial**, ante el compromiso climático.
- **AGB** y su papel en los **servicios ecosistémicos**: alimentos, fibra, sumidero de CO<sub>2</sub>, agua, suelo y hábitats para la biodiversidad.

# Introducción

## - Incertidumbre Balance del Ciclo del C terrestre (2012-2021)

### Fuentes

### Sumideros



35,2 ± 2  
GtCO<sub>2</sub>/año  
**91%**

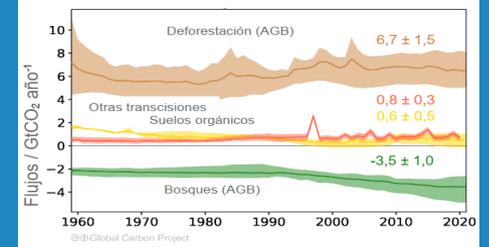


9%  
4,5 ± 2,6  
GtCO<sub>2</sub>/año

19,1 ± 1  
GtCO<sub>2</sub>/año  
**48%**

29%  
11,4 ± 2,3  
GtCO<sub>2</sub>/año

26%  
10,5 ± 1,5  
GtCO<sub>2</sub>/año



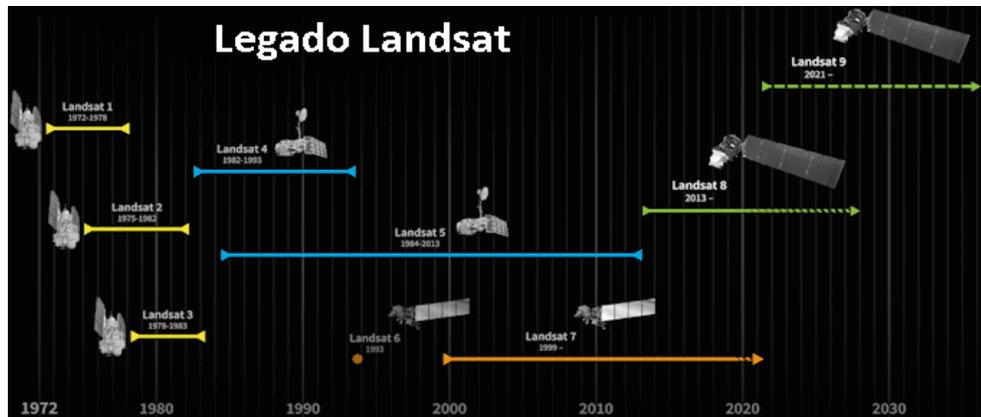
Desbalance emisiones:  
(diferencia entre estimados Fuentes & Sumideros)  
Fuentes > Sumideros

3%  
-1,2 GtCO<sub>2</sub>/año



# 01 Mapeo de cobertura de vegetación

- Los datos de Observación espacial (OE) han sido claves para evaluar las coberturas terrestres y sus cambios a grandes escalas
- OE ha permitido **observar**, **describir** y **analizar** la dinámica de las coberturas terrestres y la vegetación, facilitando el modelaje de los procesos ecológicos.
- Archivos de **Landsat** ofrecen series de 50 años
- Satélites como **Sentinel** del 2013 al presente.
- Tipos de Análisis: **cambios** (deforestación, reforestación); y los **sistemas de alertas tempranas** por cambios abruptos de la cobertura de la vegetación.



# 01 Mapeo de cobertura de vegetación para estimar la AGB

GLOBAL  
FOREST  
WATCH

- Un ejemplo de **mapas de cobertura** de la vegetación terrestre a nivel global con resoluciones medias (30 m): **Hansen y col. (2013)**.

- Mapa de la vegetación actual de España (MITECO/ IGN), datos de los Inventarios Forestales Nacionales (IFN)

- Visión **2D** de la vegetación.



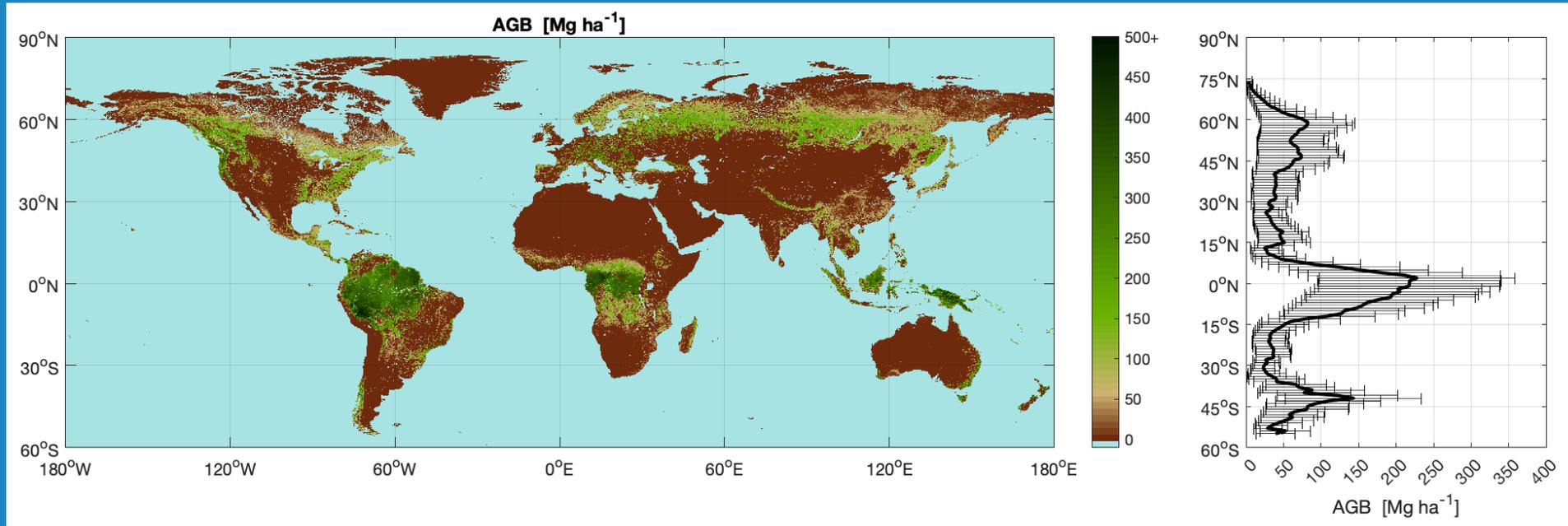
<https://www.globalforestwatch.org/map/>

01

# Introducción

- Los productos **AGB** tienen amplia cobertura, resoluciones espaciales de hasta 100 m.

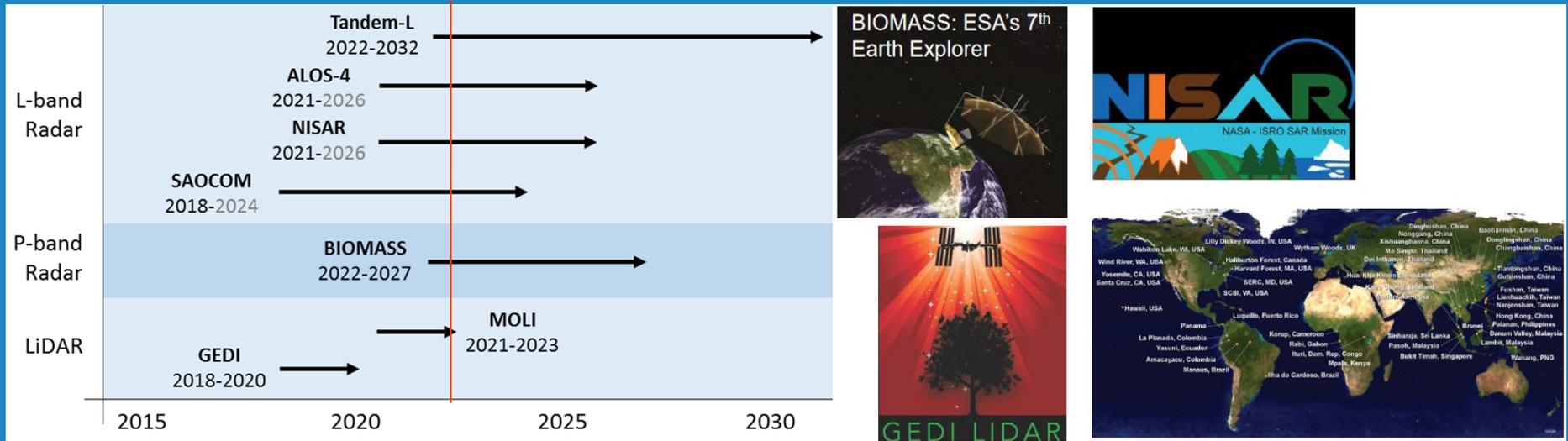
Tomado de: Proyecto CCI BIOMASS ESA



- **Incertidumbre:** a 0° AGB entre 100 y 350 Mg ha<sup>-1</sup>.

# Introducción

- Misiones aeroespaciales vigentes y nuevas ofrecen oportunidades para evaluar y mejorar la **AGB**.



**ALOS** (Advanced Land Observation Satellite); **NISAR** (NASA-ISRO Synthetic Aperture Radar); **SAOCOM** (Satélite Argentino de Observación Con Microondas, A, 2018, y B, 2019); **GEDI** (Global Ecosystems Dynamics Investigation Lidar); **MOLI** (Multi-footprint Observation Lidar and Imager) Tomado de Harold y col. (2019). The "4th mission": in situ networks

# Preguntas claves

## Pregunta 1

¿Se puede mejorar la certidumbre de las estimaciones de la AGB a partir de datos de OE y del terreno?



## Pregunta 2

¿Qué implicaciones tendrían estimaciones de la AGB más precisas en la RE?



## Objetivo 1

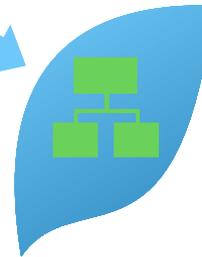
Establecer necesidades estimación de la AGB mediante OE para enfrentar la crisis climática en la década de la RE.



Estimaciones AGB  
Incertidumbre  
RE

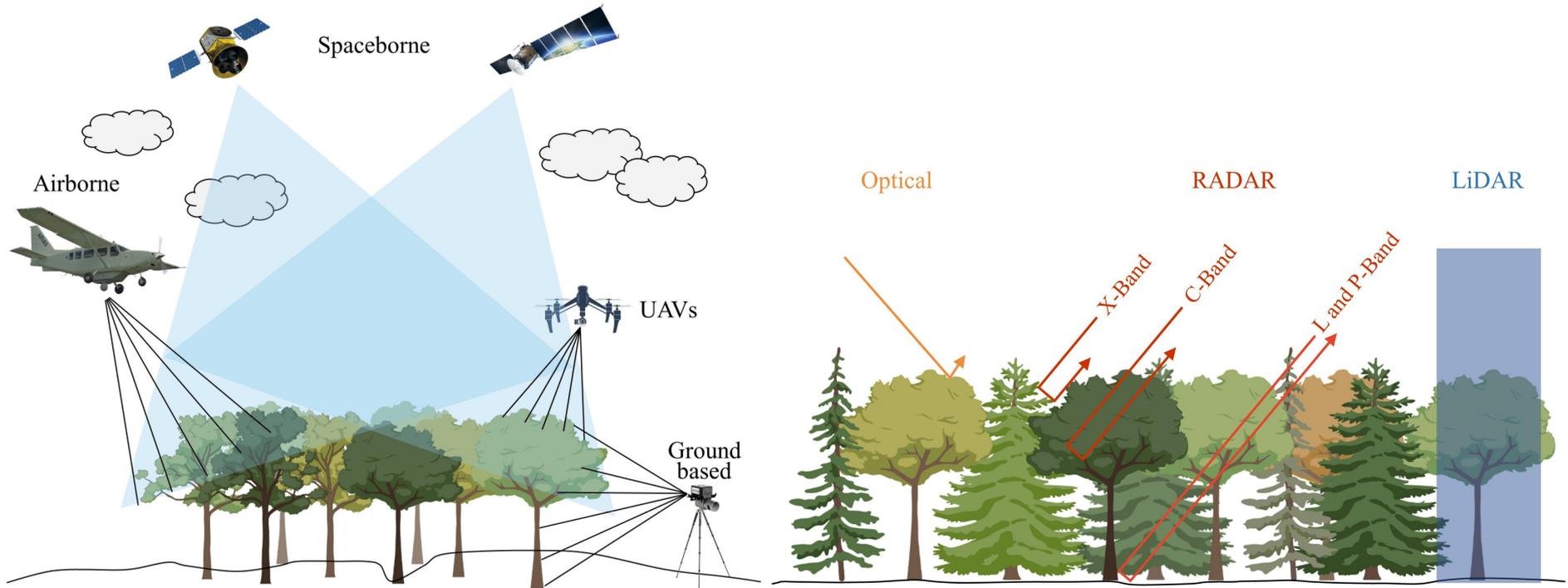
## Objetivo 2

Desarrollar una experiencia práctica de estimación de la AGB e incertidumbre asociada mediante una simulación.



## 02 La biomasa terrestre y su estimación mediante observación espacial, del 2D al 3D.

- **Combinación** de datos OE, y **algoritmos complejos** de análisis (armonización y propagación) para conocer las fuentes de **error** y disminuir la **incertidumbre**.

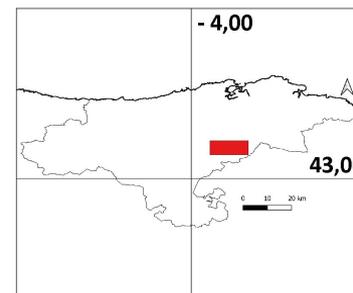
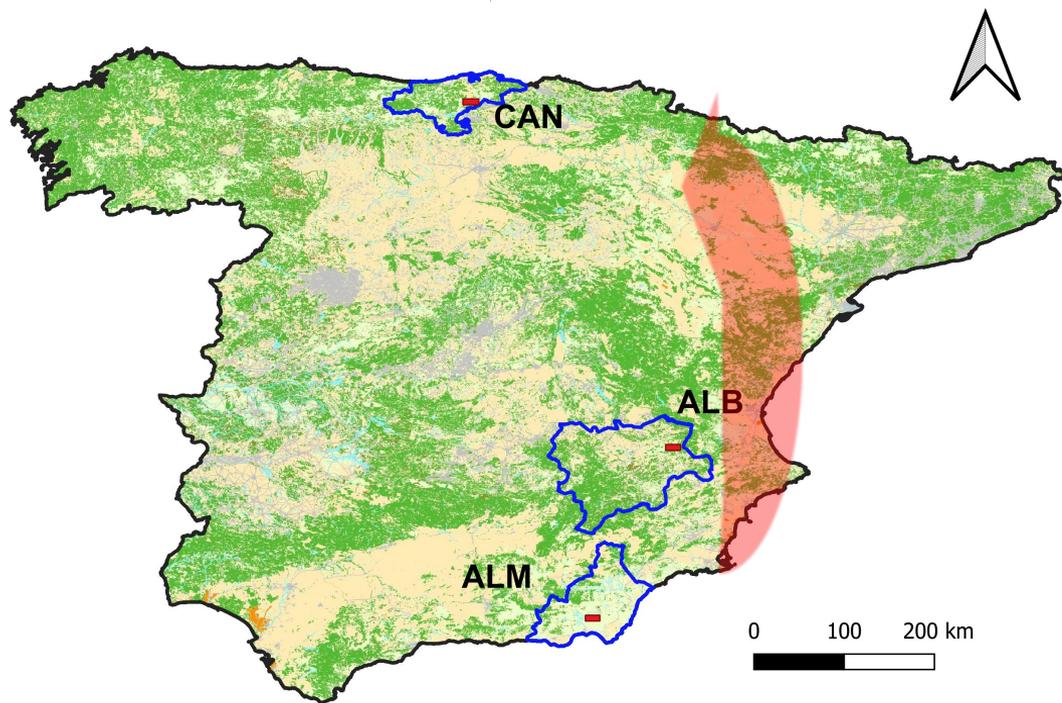


## 02 La biomasa terrestre y su estimación mediante observación espacial: Mapeo de cobertura de vegetación

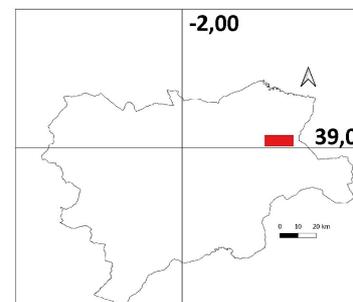
- Para la estimación de la cobertura forestal es importante la definición de **bosque, cobertura de bosque** (FAO, IPCC).
- Esto permite establecer comparaciones estandarizadas a la luz de los compromisos de hacer frente a la crisis del cambio climático
- **Bosque** según FAO: extensión >0,5 ha, árboles > 5 m altura, 100 mm DNP , fracción cubierta (FCC) > 10 %.
- Para la **estimación de la AGB**, se debe **definir**: área mínima, FFC arbórea, altura del dosel, y diámetro del fuste a nivel del pecho (DNP).
- El **IFN** de España: extensiones > 1 ha, considerando solo los **piés mayores**, o árboles > **75 mm** de DNP; y discriminado las FCC:
  - \* **Monte Arbolado** (MA) > 20%
  - \* 10% < **MA Ralo** < 20 %
  - \* 5% < **MA Disperso** < 10 %
  - \* < 5% **no-arbolado**)

# Área de estudio

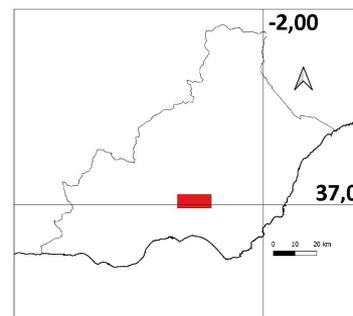
Ubicaciones geográficas



**CAN:**  
Vegas del Pas –  
Candolias



**ALB:**  
La Solana - Cerro  
del Monge



**ALM:** Sierra  
Alhamilla -  
Tabernas

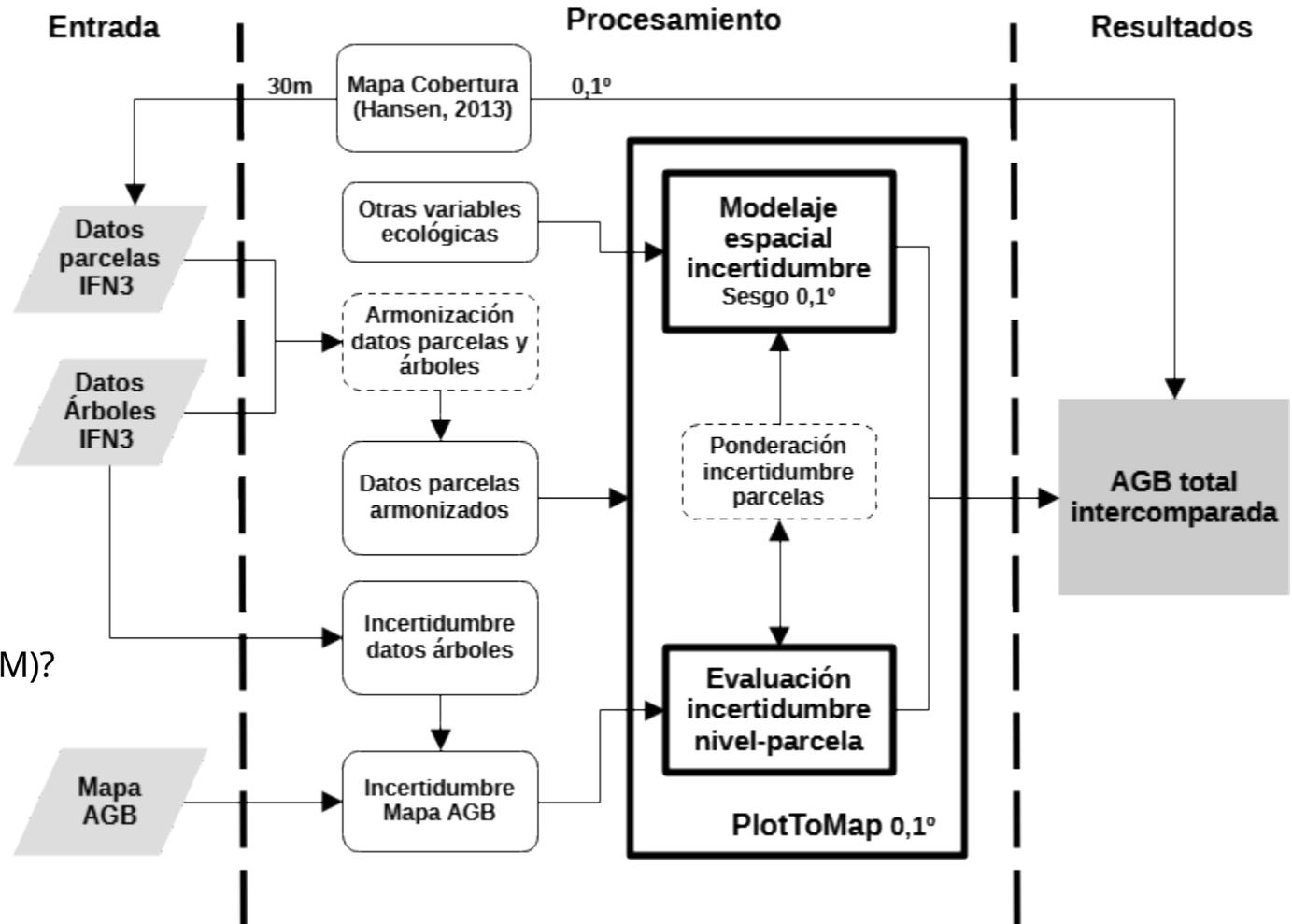
Rectángulos rojos, áreas de 120 km<sup>2</sup>

# 03 Materiales y métodos de la simulación

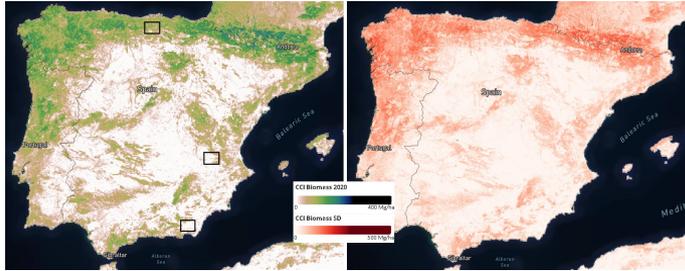
**PlotToMap:**

- Esquema analítico para comparar las estimaciones de la AGB de parcelas y mapas:
- Datos de INFs.
- Mapa CCI-Biomass

Datos IFNs?  
Datos de altura, especies (DM)?  
Congruencia temporal?  
Relación Parcela vs Píxel?



# 03 Resultados



Mapa CCI-Biomass 2010

- Mapeo de la AGB:

- Biomasa (Mg/ha)

- Incertidumbre (Mg/ha)

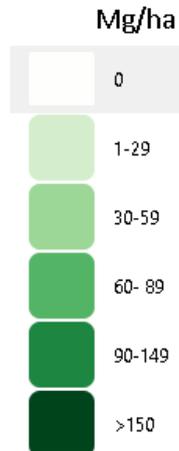
- Parcelas IFN:

- CAN n= 54

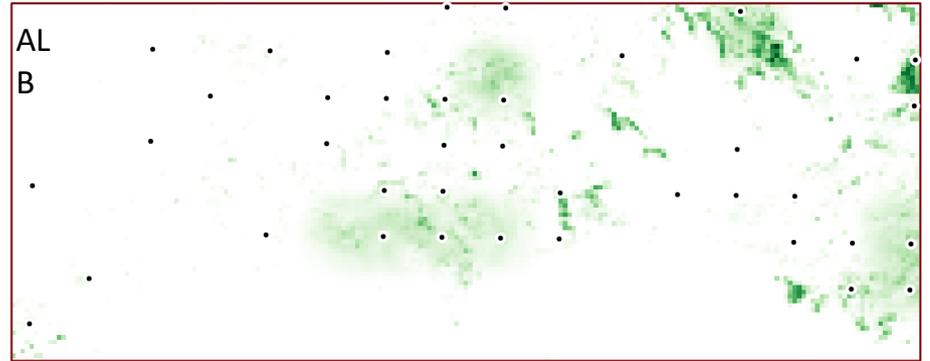
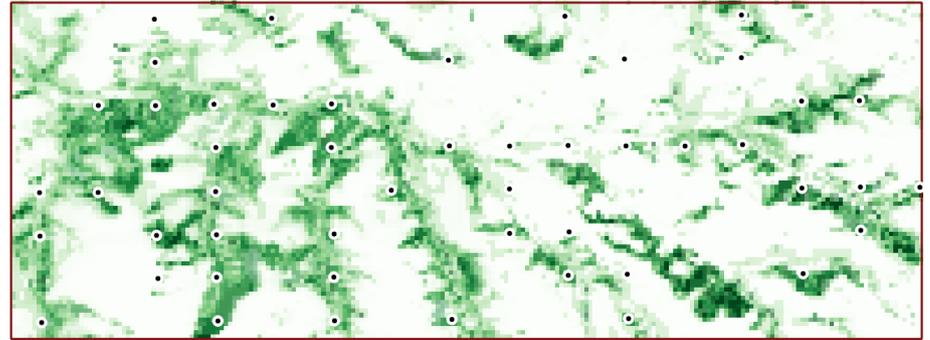
- ALB n= 39

- ALM n= 26

Puntos:  
parcelas IFN



CAN

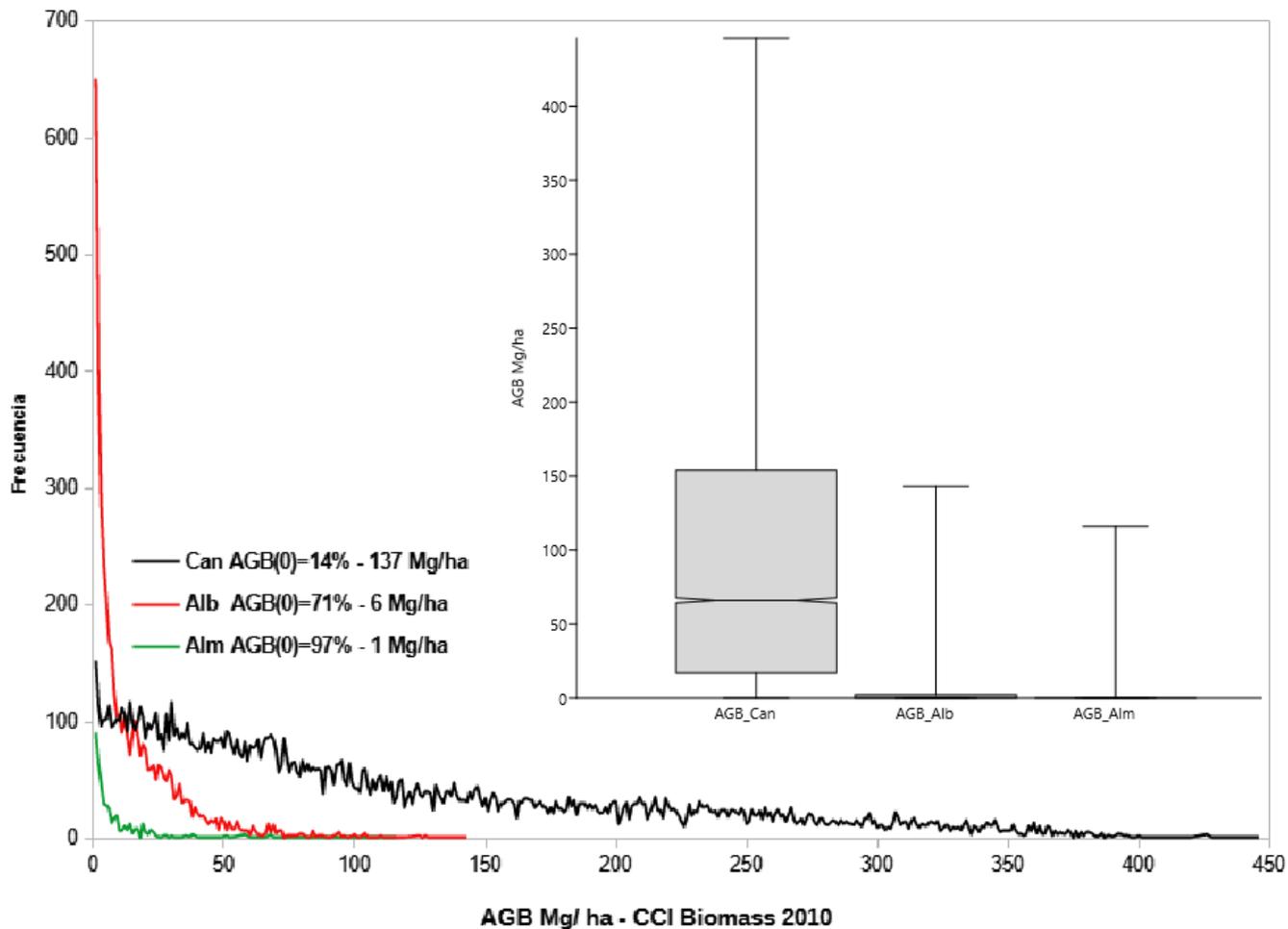


# 03 Resultados

- Años entre datos:

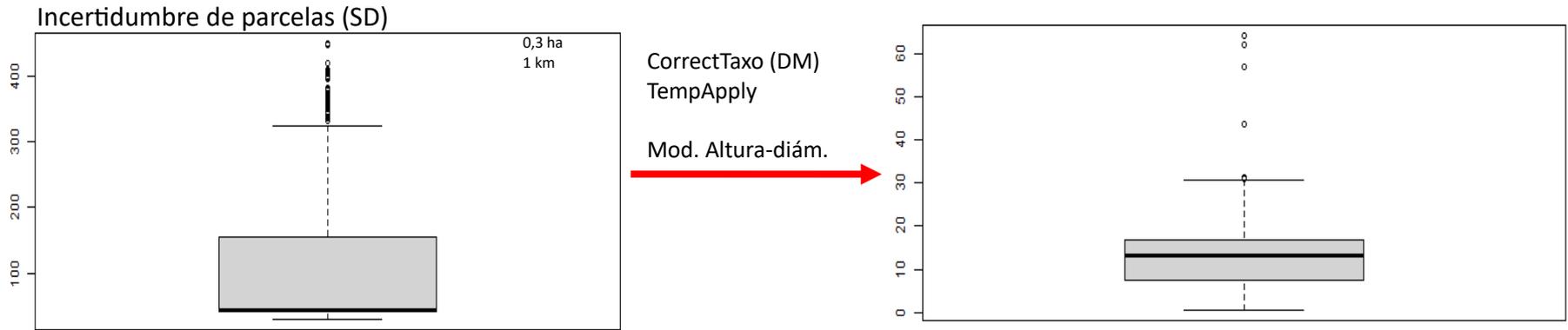
Años IFN
CAN IFN3 2000
ALB IFN3 2004
ALM IFN3 2007

- Mapa CCI-Biomass 2010



# 03 Resultados

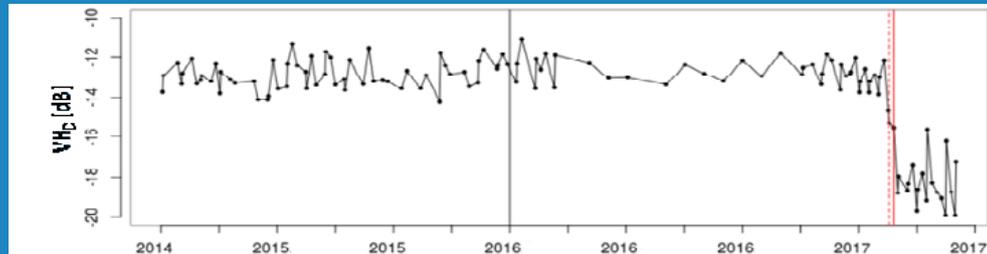
Simulación PlotToMap: parcelas 0,3 ha (IFN) → 100 m (CCI-Biomass)



- Datos de parcelas de campo no exentos de errores
- PlotToMap: correcciones para DM, diferencia temporal (otras).

## 03 Discusión

- **Transparencia** y los mecanismo de **verificación**, mediante la comprensión de las fuentes de **incertidumbre** para la validación de los mapas de la AGB, requerido por la acción climática.
- La AGB estimación es indirecta ( $AGB = DM * Volumen_{agb}$ ) a partir de datos de OE; Los mecanismos de validación requieren de **procedimientos analíticos estandarizados**, que reduzcan la incertidumbre en los componentes de las estimaciones.
- Necesidad de **validaciones independientes**, y a escalas regionales y nacionales.
- Etapa **promisoria** para la OE y la refinación de los productos de la AGB.
- La importancia de las sistemas de **alertas temprana** para corregir la extensión arbolado y no arbolado, y disminuir la incertidumbre.

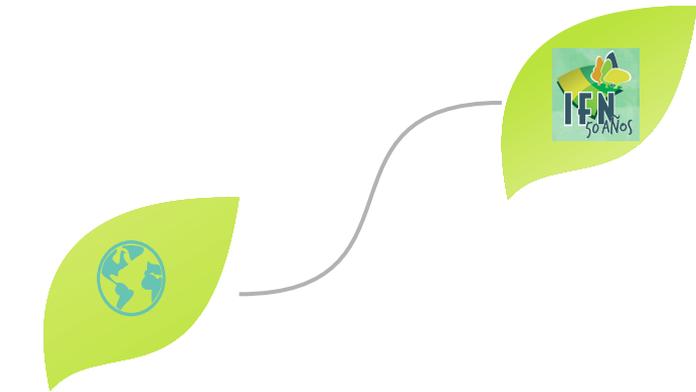


## 03 Discusión

- **PlotToMap** es un procedimiento adecuado para evaluar la incertidumbre tanto en mapas como en datos de campo.
- Idoneidad del **IFN** para validar: 1- pie mayor **>75 mm DNP**; 2- **5% de FCC** para clasificar lo arbolado de lo no-arbolado, y 3- relación **tamaño de parcela** de campo (0,196 ha) y el **tamaño del píxel** del mapa (100 m).
- Para la RE debemos afirmar que los cambios (+) en biomasa es un indicador de la **productividad primaria**, pero nada dice de la **complejidad ecológica**.
- Para estimar la **AGB** mediante técnicas espaciales es detectar las masas forestales desde una **perspectiva 3D** (complejidad estructural).
- Proponer **indicadores de complejidad ecosistémica** a partir de OE, como diversidad biológica, dimensiones fractales, entre otras, es cuestión de tiempo.

# Conclusiones & Recomendaciones

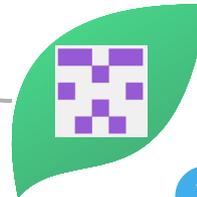
**España** cuenta con los recursos y condiciones para **mejorar calidad** de Mapas AGB: infraestructura datos del IFN; Programa PNOA LIDAR (potencial)



## 1 Mapas AGB

Reconoce la importancia de **validar** los mapas, conocer y reducir las fuentes de **incertidumbre**, como paso crucial para abordar la crisis climática.

## 2 IFN/PNOA-Lidar



## 3 PlotToMap

Herramienta **PlotToMap** (Araza y col. 2022), adecuada para validar los productos de la AGB tanto a nivel global como local.



## 4 Década RE

Las mejoras en estimación de la **AGB** serán fundamentales para la **Década de la RE** (2020-30), por ser la biomasa un **concepto central** en el funcionamiento de la biosfera.

# Gracias!

**Rafael Rodríguez Altamiranda**  
**rafaaltamiranda@gmail.com**

## **Agradecimientos**

Gabriel Dorado & Juan A Delgado S trabajo de investigación  
José M Serrano T por la revisión crítica del trabajo  
Arnan Araza (Wageningen University) por el asesoramiento técnico  
Gemma Cabadas por ayuda en la redacción y corrección de estilos

