



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

## **Actualización de los volúmenes proporcionados por los Inventarios Forestales Nacionales**

**Autor:** Sonia Condés

**Centro de Trabajo:** ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural.  
Universidad Politécnica de Madrid.

**Otros autores:** Ronald McRoberts

**Centro de Trabajo:** Northern Research Station. Forest Service.  
Minnesota.

Plasencia 27 de junio de 2017

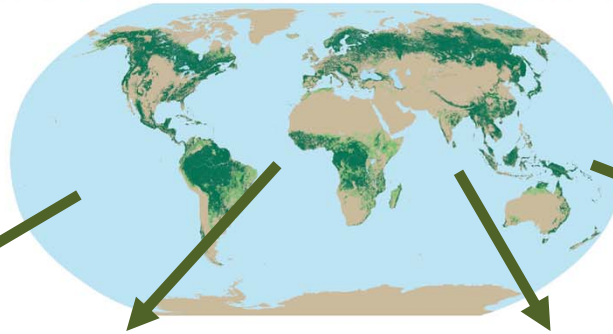




**¿Por qué?**

**¿Por qué es necesario actualizar los datos de los Inventarios Forestales Nacionales?**

# REQUERIMIENTOS INTERNACIONALES



## Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 (FRA)

¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? \*

Las áreas con bosques han disminuido desde 1990 pero la pérdida neta de superficie de bosques se ha reducido en un 50%



FRA y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

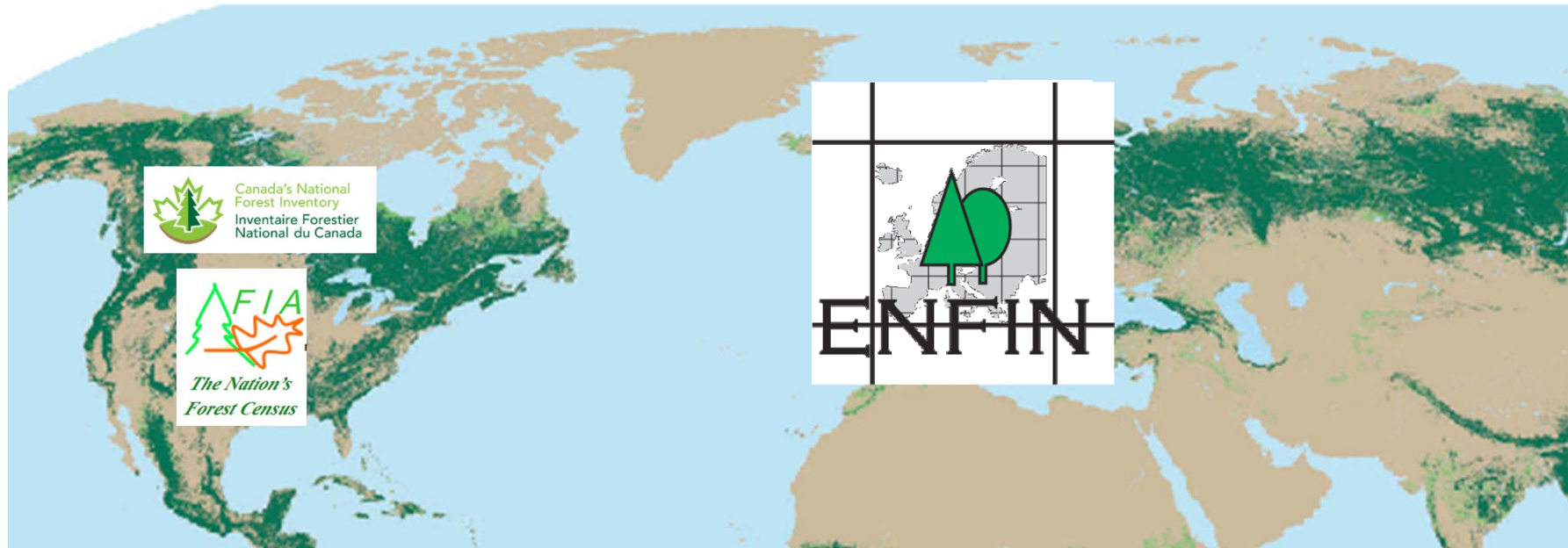
Algunos indicadores del progreso hacia la gestión forestal sostenible



# INVENTARIOS FORESTALES NACIONALES



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL





# ¿Cuándo?

**¿Cada cuánto tiempo tenemos que dar respuesta a los requerimientos?**

# PERIODICIDAD



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

Desde 1948  
cada 5 ó 10 años



United Nations  
Framework Convention on  
Climate Change

**¡Anualmente!**

FRA 2015
FRA 2010
<b>Evaluaciones precedentes</b>
FRA 2005
FRA 2000
FRA 1995
FRA 1990
FRA 1988
FRA 1980
Recursos Forestales Mundiales (1948)
Inventarios Forestales Mundiales (1953, 1958, 1963)
Evaluaciones de los Recursos Forestales Regionales (1970)

## Evaluación de los recursos forestales mundiales

2015

¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?\*

Las zonas forestales han disminuido pero la pérdida  
neta de superficie forestal se ha reducido en un 50%

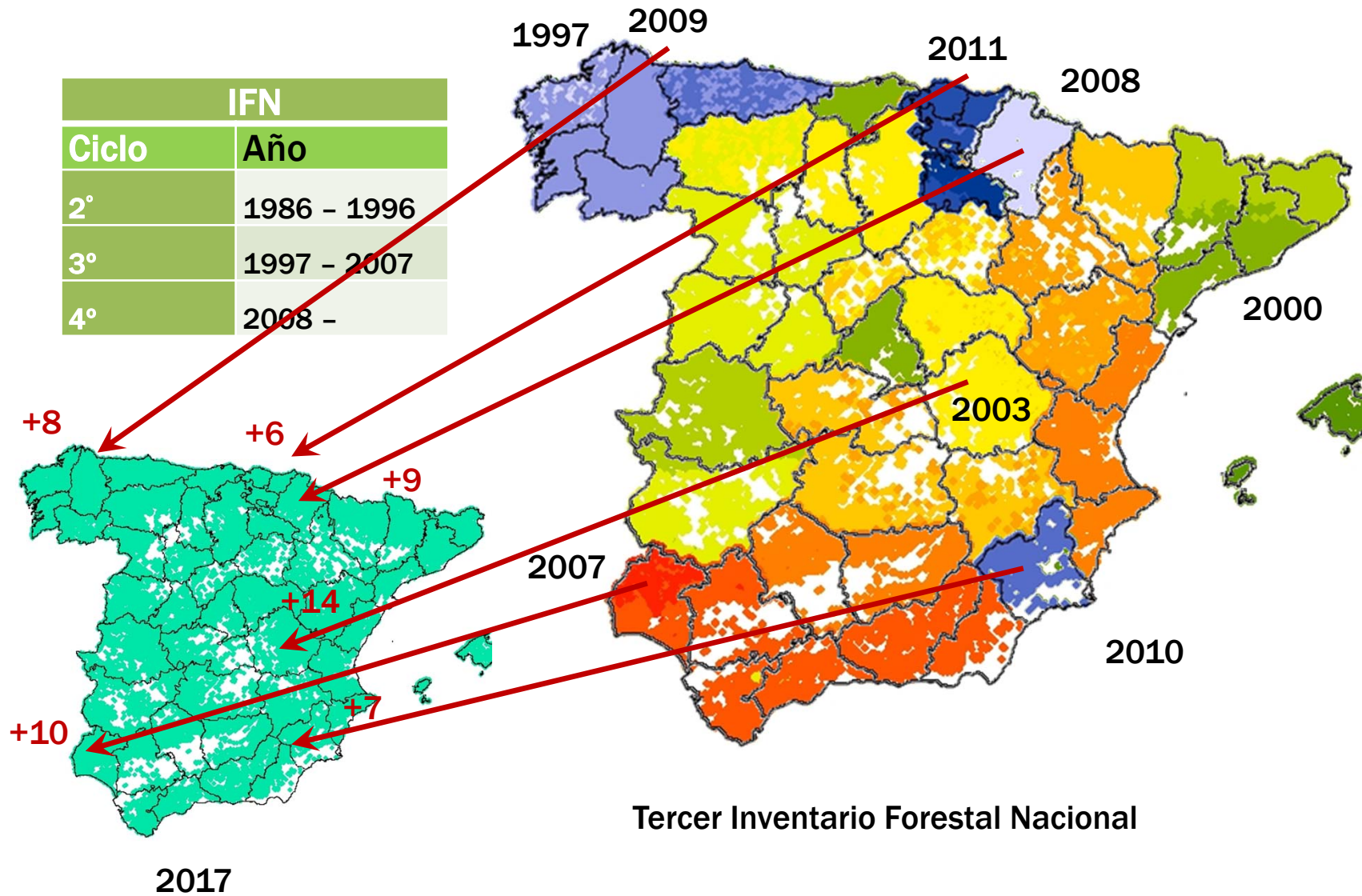
NEWS



GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT  
FR. 2010



# CICLOS DEL INVENTARIO







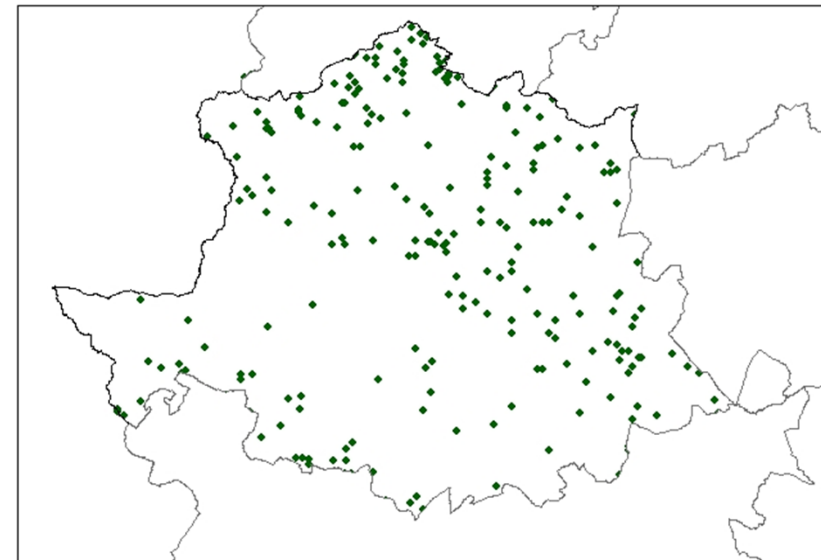
# ¿Dónde?

**¿Qué países tienen que actualizar sus datos?**

# CAMBIO DE PROTOCOLOS



2006



↓ Densidad de muestreo

↑ Error de muestreo

Actualización



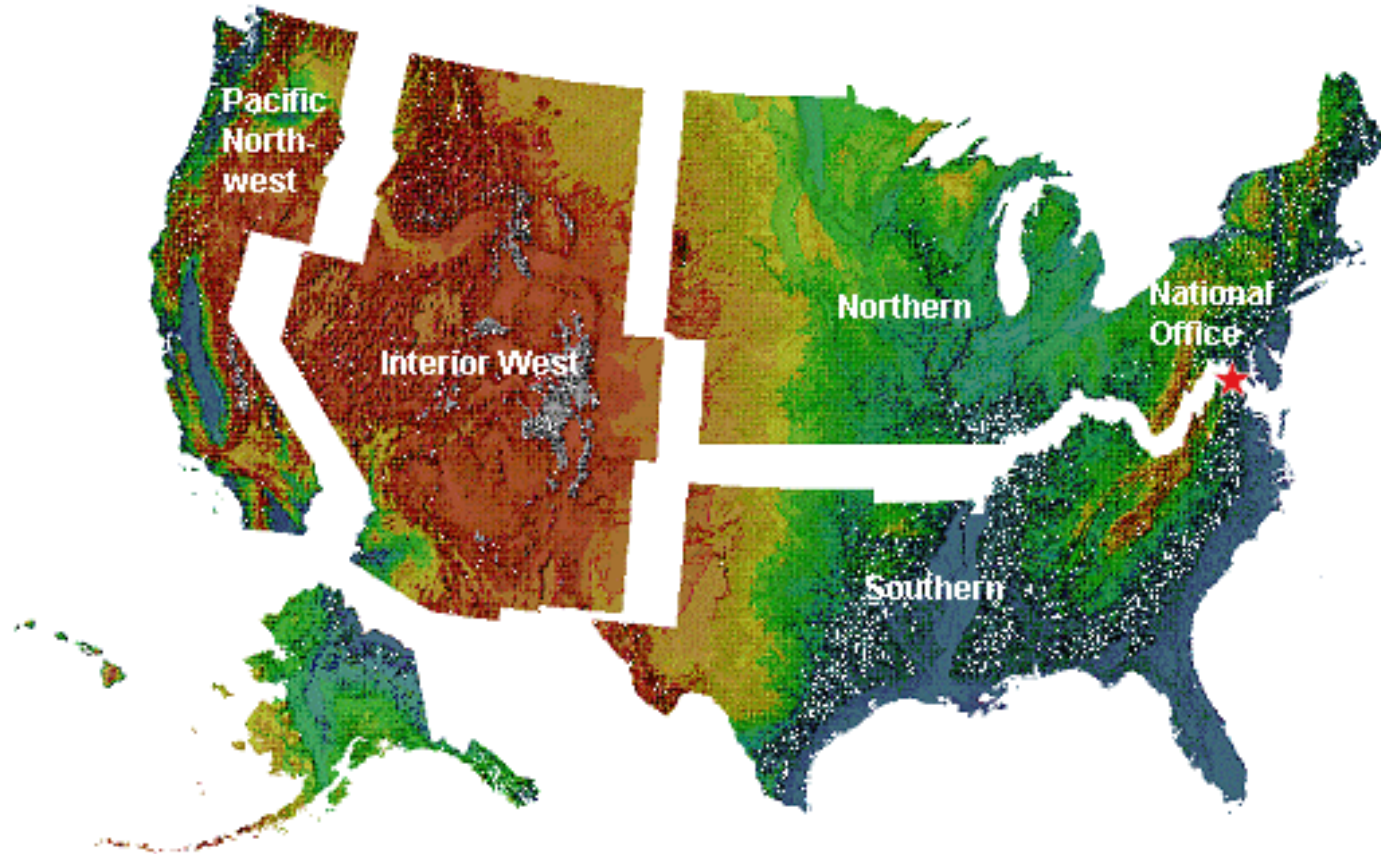
“Extrapolación”



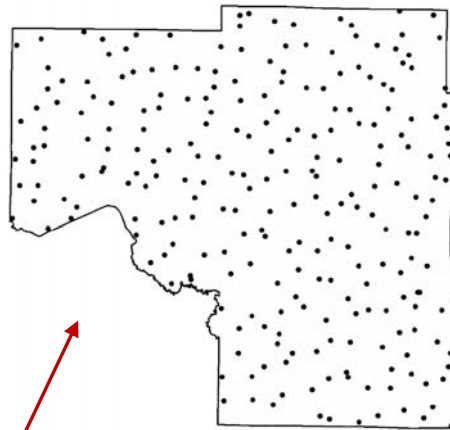
# ¿Cómo?

**¿Qué metodología se puede emplear para actualizar los volúmenes?**

# ESTRATIFICACIÓN A POSTERIORI

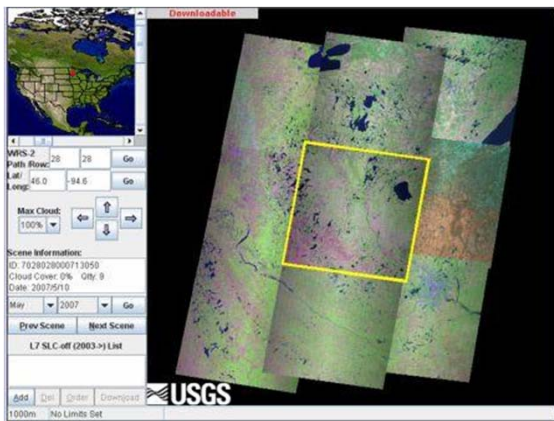


# ESTRATIFICACIÓN A POSTERIORI

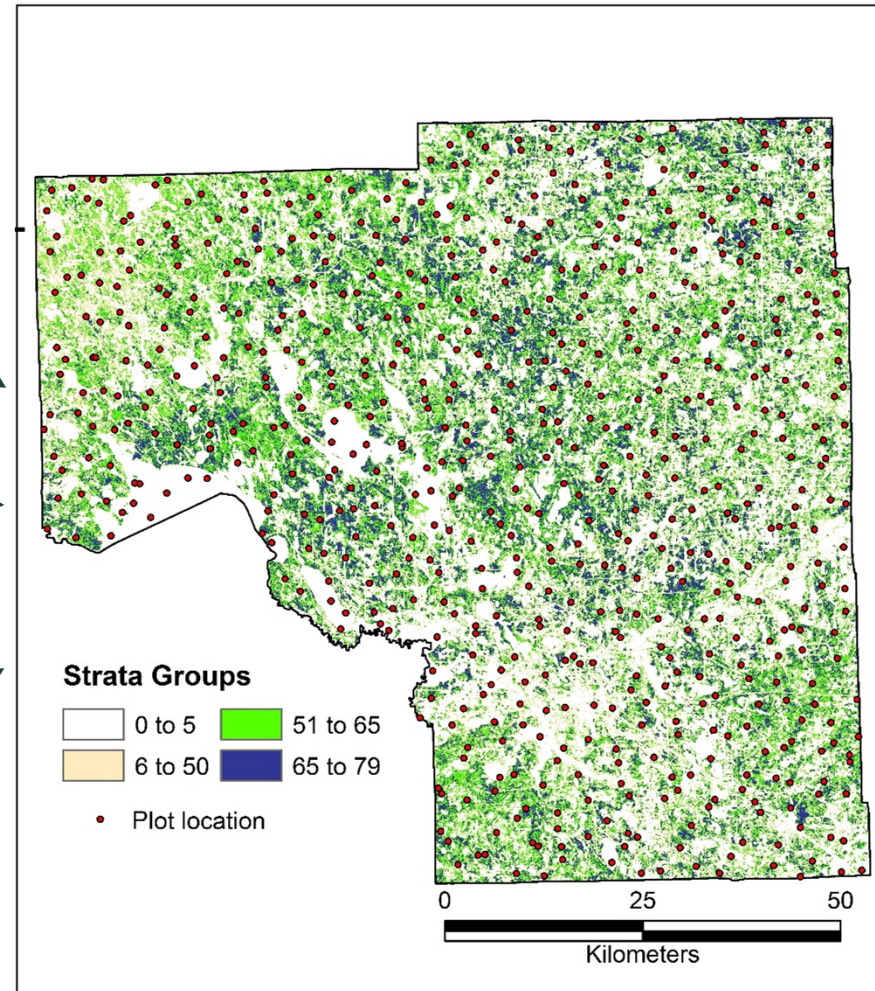


Parcelas de campo IFN

$$y_i = \left( \beta_0 \quad x_{1i} \beta_1 \right) \cdot e^{\beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi}} + \varepsilon_i$$

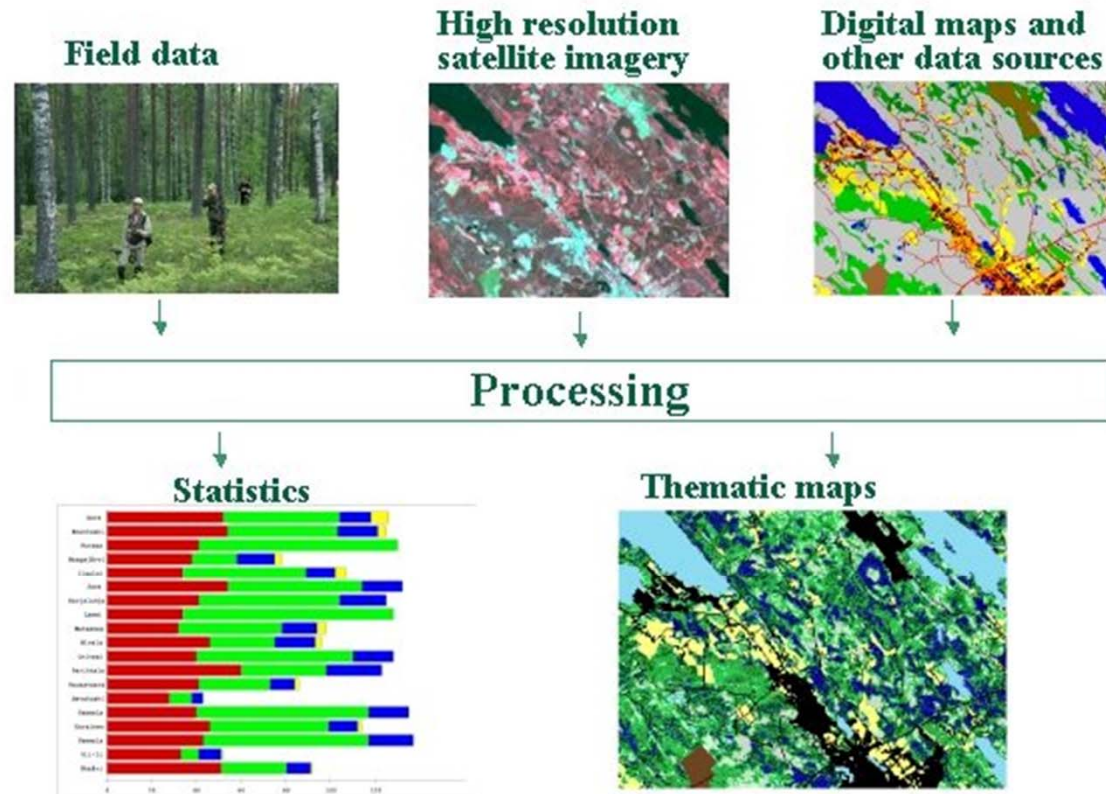
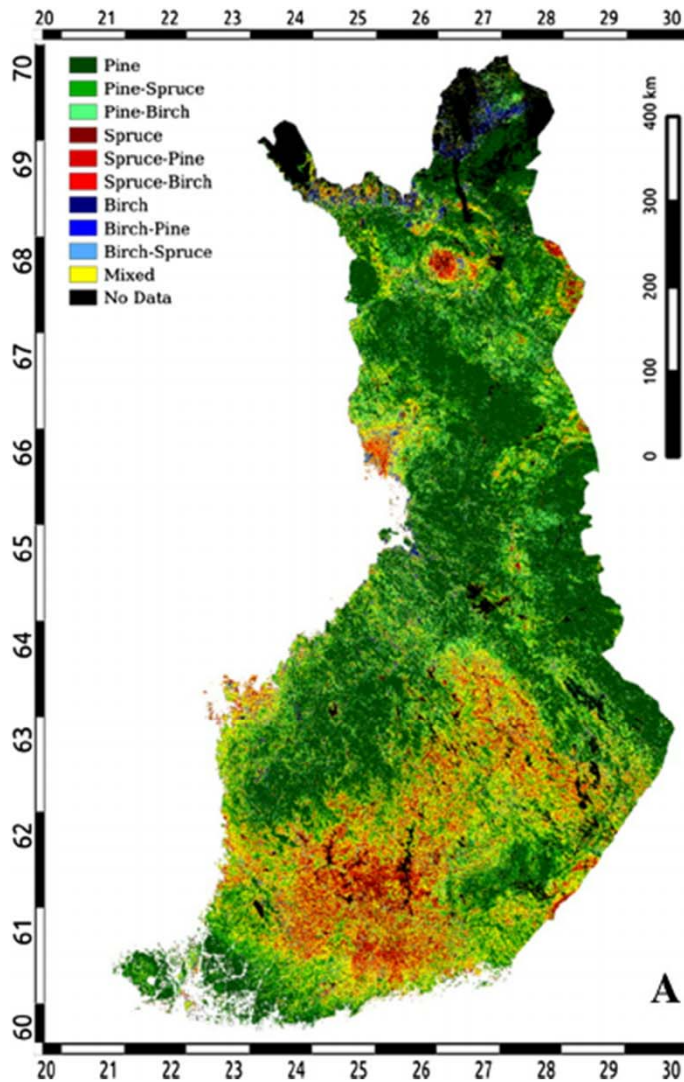


Información auxiliar: Landsat



$$\text{Var}(\hat{\mu}_{\text{STR}}) = \sum_{h=1}^H w_h \frac{n_h}{n} \frac{\hat{\sigma}_h^2}{n_h} + \frac{1}{n} \sum_{h=1}^H (1 - w_h) \frac{n_h}{n} \frac{\hat{\sigma}_h^2}{n_h}$$

# INVENTARIO MULTI-FUENTE (K-NN)

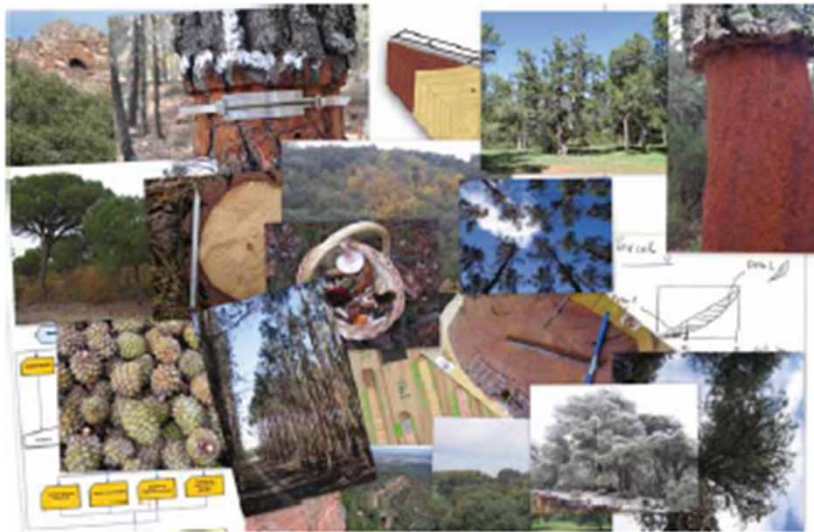


# MODELOS DE CRECIMIENTO



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

GROWTH AND YIELD MODELS  
IN SPAIN: HISTORICAL OVERVIEW,  
CONTEMPORARY EXAMPLES  
AND PERSPECTIVES



GesMO®  
2009

Simulador de crecimiento y  
producción de rodales  
forestales



Unidade de Xestión Forestal Sostible (UXFS)  
Escola Politécnica Superior  
<http://www.usc.es/uxfs>



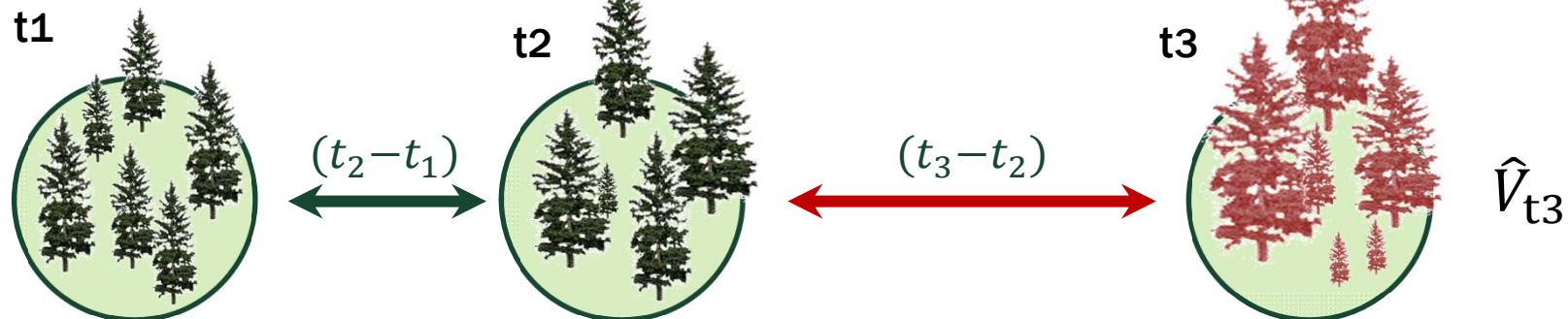
## Escenarios



Coordinated by:  
FELIPE BRAVO • JUAN GABRIEL ALVAREZ • MIREN DEL RIO



# MODELOS DE BALANCE



[m<sup>3</sup>/ha·año]

$$\Delta V_{t1-t2} = \frac{V_{t2} - V_{t1}}{t_2 - t_1} = IV_{t1-t2} - \frac{VE_{t1-t2}}{t_2 - t_1}$$

$$\Delta V_{t1-t2} = f(IFN_{t1})$$

$$\widehat{\Delta V}_{t2-t3} = f(IFN_{t2})$$

$$\widehat{V}_{t3} = V_{t2} + \widehat{\Delta V}_{t2-t3} \cdot (t_3 - t_2)$$

**A:**  $\widehat{\Delta V}_{t2-t3} = \overline{\Delta V}_{t1-t2}$

**B:**  $\Delta V_{ini-fin} = f(Campo_{ini})$

**C:**  $\left\{ \begin{array}{l} \log(IV_{ini-fin} + 1) = f(Campo_{ini}) \\ \text{logit}(P_{VE>0}) = f(Campo_{ini}) \\ \log(VE) = f(Campo_{ini}) \end{array} \right.$

**B+L:      C+L:**

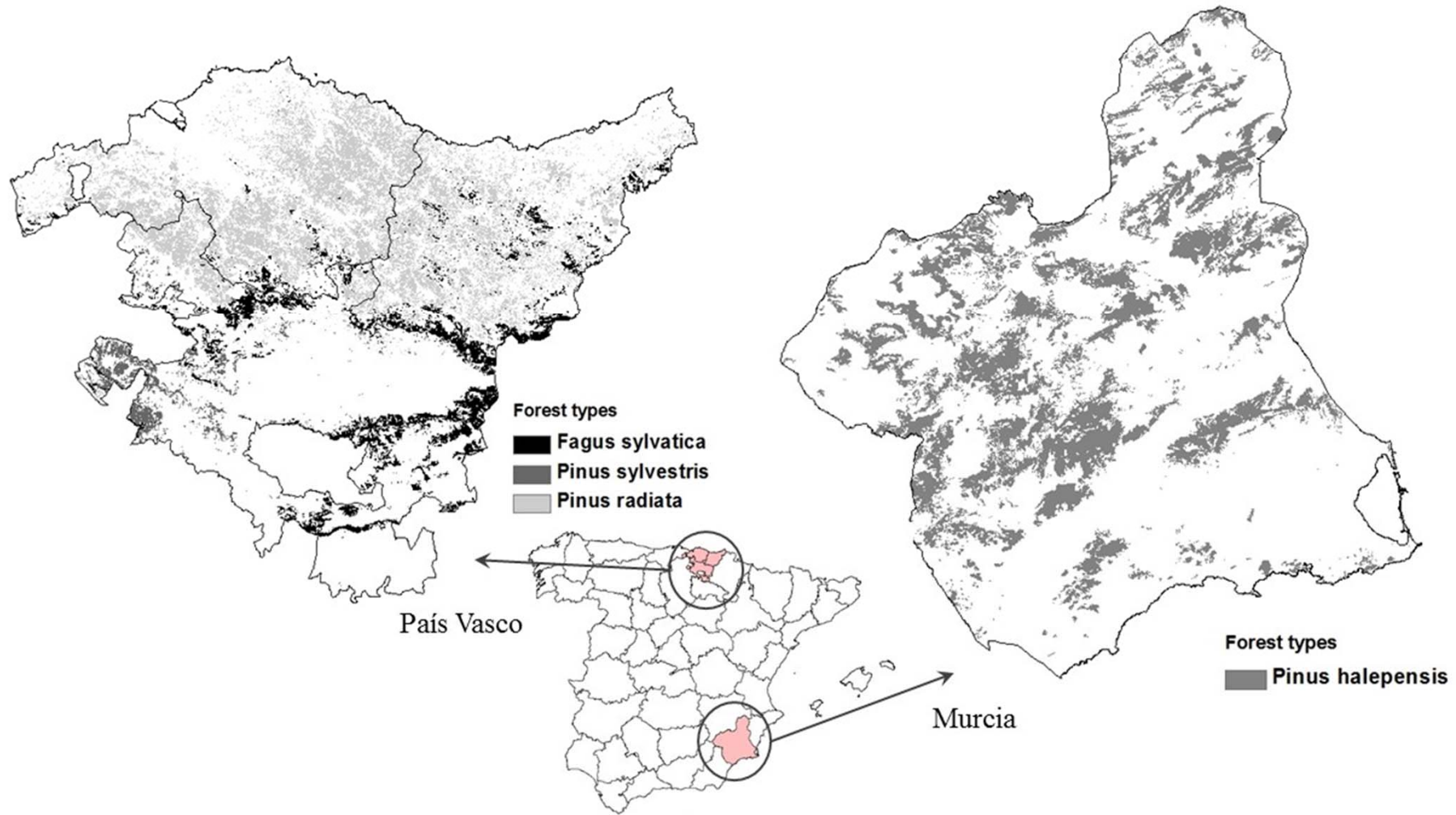
$$f(Campo_{ini} + Landsat_{ini} + Landsat_{fin})$$



# ÁREA DE ESTUDIO

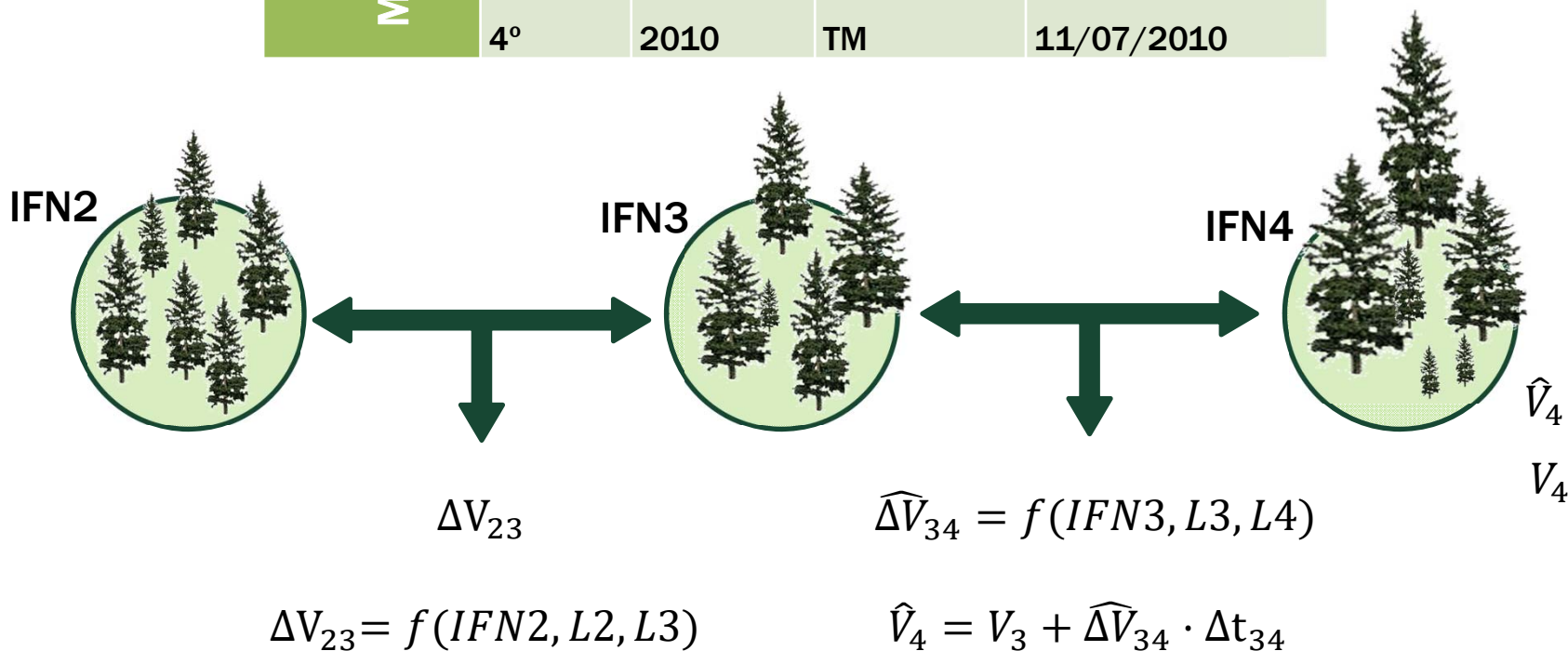


7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



# DATOS EMPLEADOS

	IFN		Imágenes Landsat	
	Ciclo	Año	Sensor	Fecha
País Vasco	2º	1996	ETM+	05/09/1999
	3º	2005	TM	24/09/2003
	4º	2011	TM	26/06/2011
Murcia	2º	1987	TM	26/06/1987
	3º	1999	ETM+	21/07/1999
	4º	2010	TM	11/07/2010

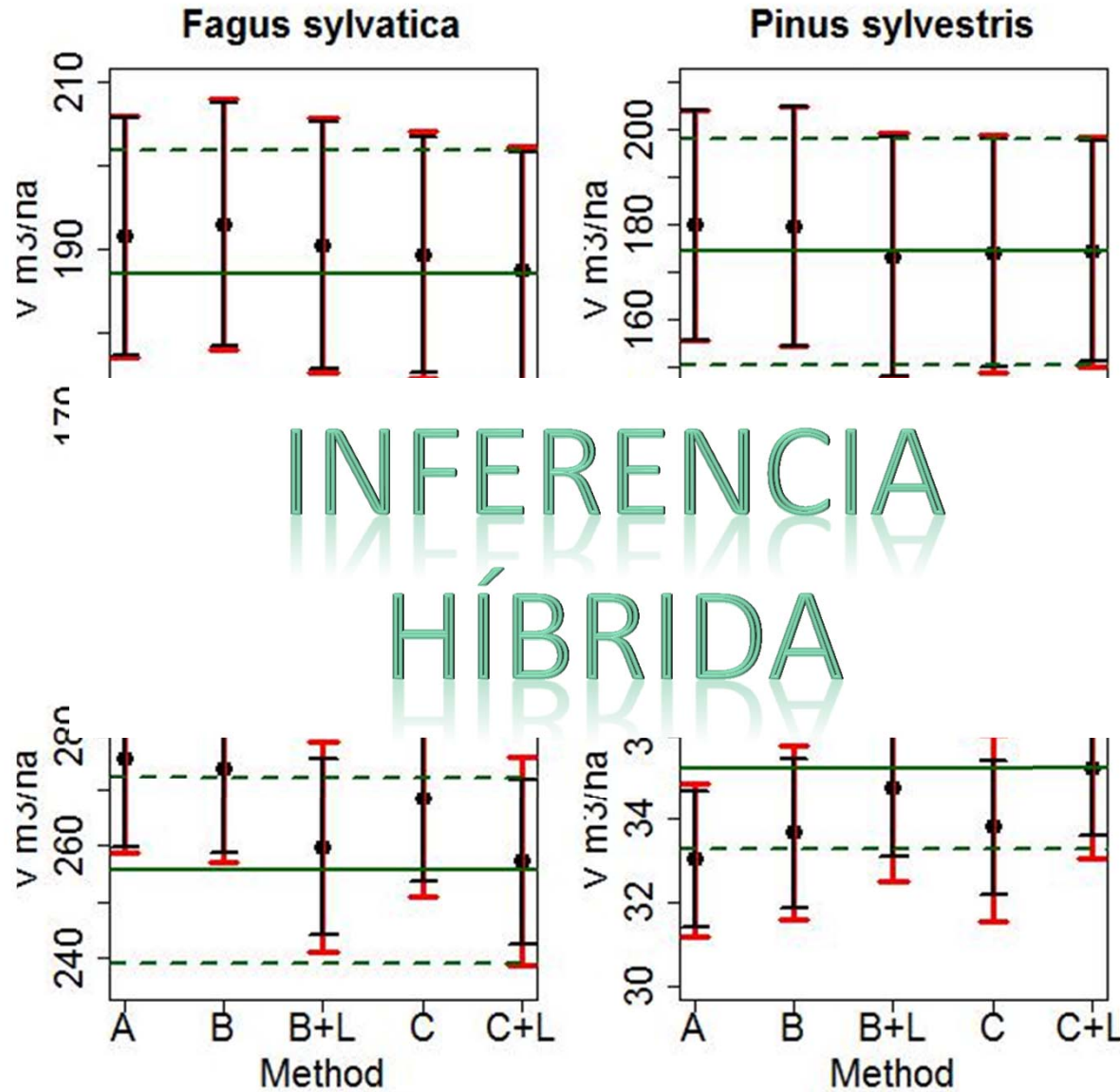


# ERRORES MEDIOS

$$ME = \frac{\sum_{j=1}^n (\hat{V}_{4j} - V_{4j})}{n} \quad MAE = \frac{\sum_{j=1}^n |\hat{V}_{4j} - V_{4j}|}{n} \quad RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\hat{V}_{4j} - V_{4j})^2}{n - 1}}$$

Aproximación	Fagus sylvatica (178)			Pinus sylvestris (65)		
	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE
A	4.6	16.7	23.2	5.5	18.2	29.5
B	6.0	16.8	23.0	5.4	20.6	33.2
B + L	<b>3.5</b>	<b>16.1</b>	<b>23.2</b>	<b>-1.1</b>	<b>20.3</b>	<b>32.6</b>
C	2.3	16.6	23.5	-0.3	20.3	31.3
C + L	<b>0.4</b>	<b>16.4</b>	<b>23.5</b>	<b>0.0</b>	<b>20.2</b>	<b>30.1</b>
	Pinus radiata (474)			Pinus halepensis (945)		
	ME	MAE	RMSE	ME	MAE	RMSE
A	20.2	71.0	129.9	-2.2	8.6	11.9
B	18.5	70.7	128.7	-1.5	8.0	11.5
B + L	<b>4.2</b>	<b>70.3</b>	<b>124.5</b>	<b>-0.4</b>	<b>8.6</b>	<b>11.8</b>
C	13.0	71.5	128.2	-1.4	8.8	12.4
C + L	<b>1.6</b>	<b>72.7</b>	<b>123.8</b>	<b>0.0</b>	<b>8.6</b>	<b>11.9</b>

# INTERVALOS DE CONFIANZA



# INFERENCIA HÍBRIDA



# Nuevos retos



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Forest Ecology and Management

journal homepage: [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)



### Updating national forest inventory estimates of growing stock volume using hybrid inference

Sonia Condés<sup>a,\*</sup>, Ronald E. McRoberts<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Natural Systems and Resources, School of Forest Engineering and Natural Environment, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain

<sup>b</sup> Northern Research Station, U.S. Forest Service, 1992 Folwell Avenue, Saint Paul, MN 55108, USA

#### ARTICLE INFO

*Article history:*

Received 30 March 2017

Received in revised form 29 April 2017

#### ABSTRACT

International organizations increasingly require estimates of forest parameters to monitor the state of and changes in forest resources, the sustainability of forest practices and the role of forests in the carbon cycle. Most countries obtain data from their national forest inventories (NFI) to produce these estimates. However,

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.046>

0378-1127/© 2017 Published by Elsevier Ltd.

## AGRADECIMIENTOS

Ministerio de Educación y Cultura y Deporte, que a través de la beca de Movilidad Salvador de Madariaga ha financiado parcialmente este trabajo.

Contacto  
sonia.condes@upm.es

