

# Seminario

*“El papel de la silvicultura del carbono para contribuir a la mitigación del cambio climático desde el sector forestal”*



## PROYECTO LIFE FOREST CO2



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



**FORESTALES**

**e<sup>n</sup>**  
INGENIERÍA  
DEL ENTORNO  
NATURAL





# 1. Metodología y resultados

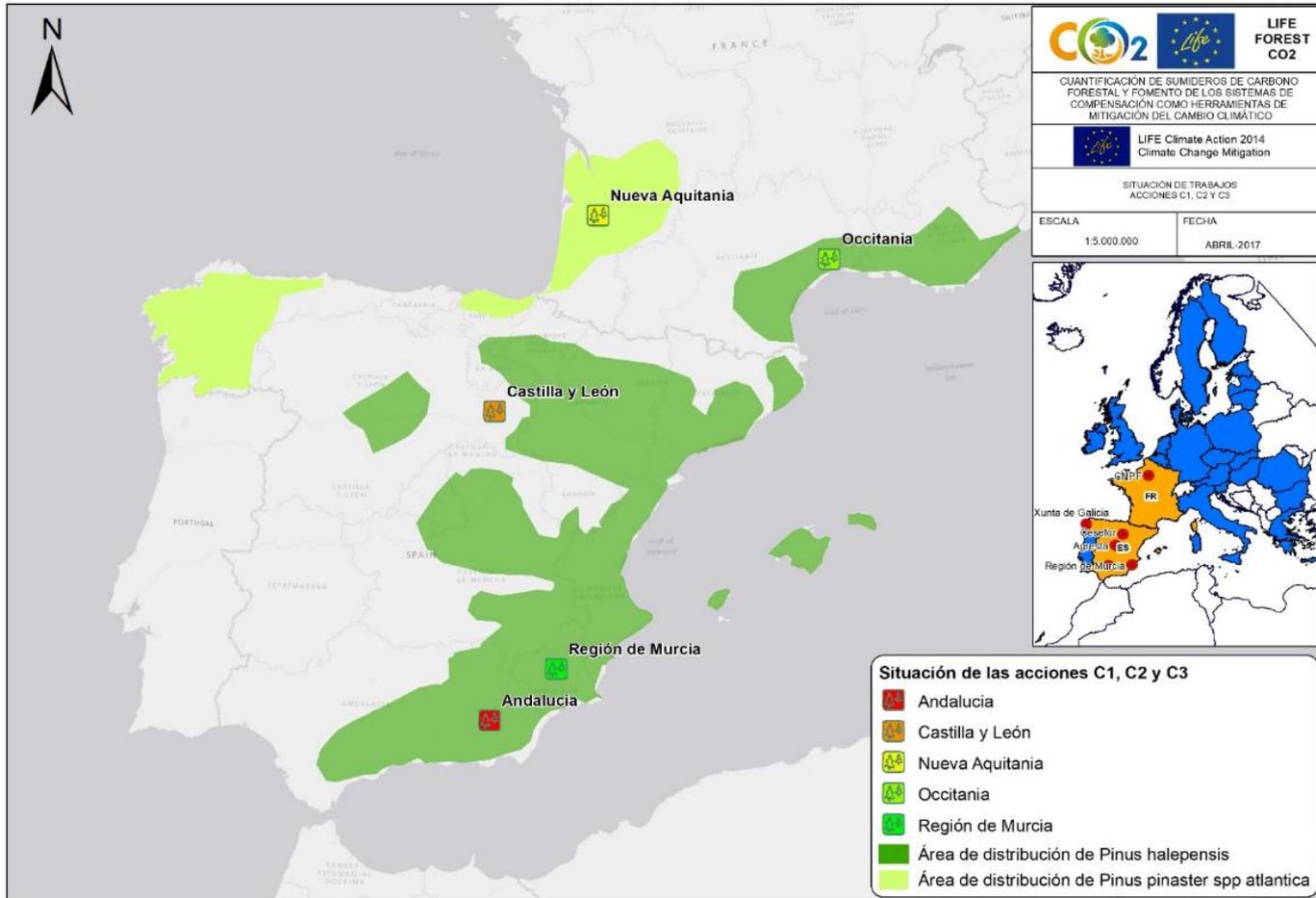


# 1. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

# 1. Metodología y resultados

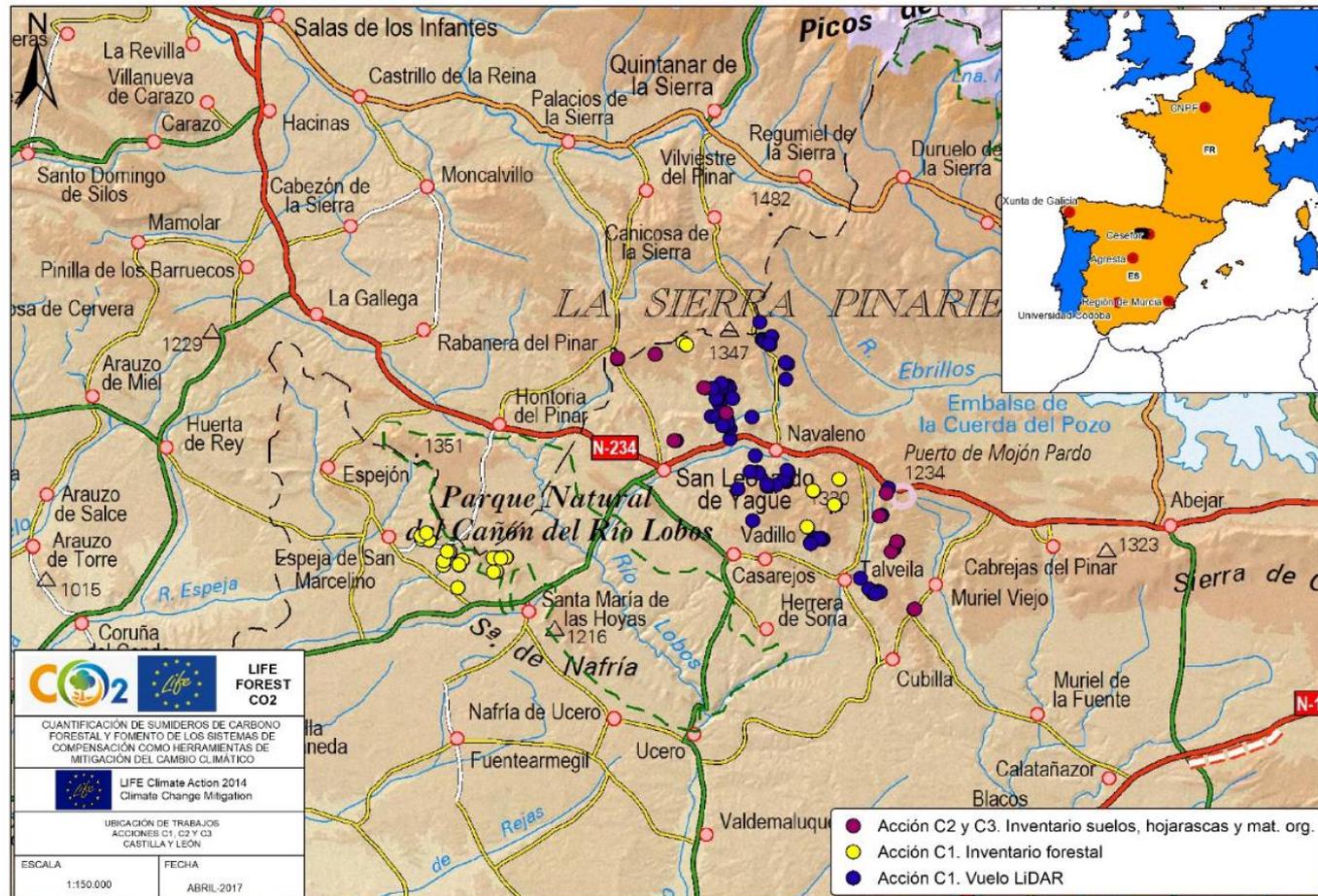


## LOCALIZACIÓN DE ACCIONES DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO EN SUMIDERO



# 1. Metodología y resultados

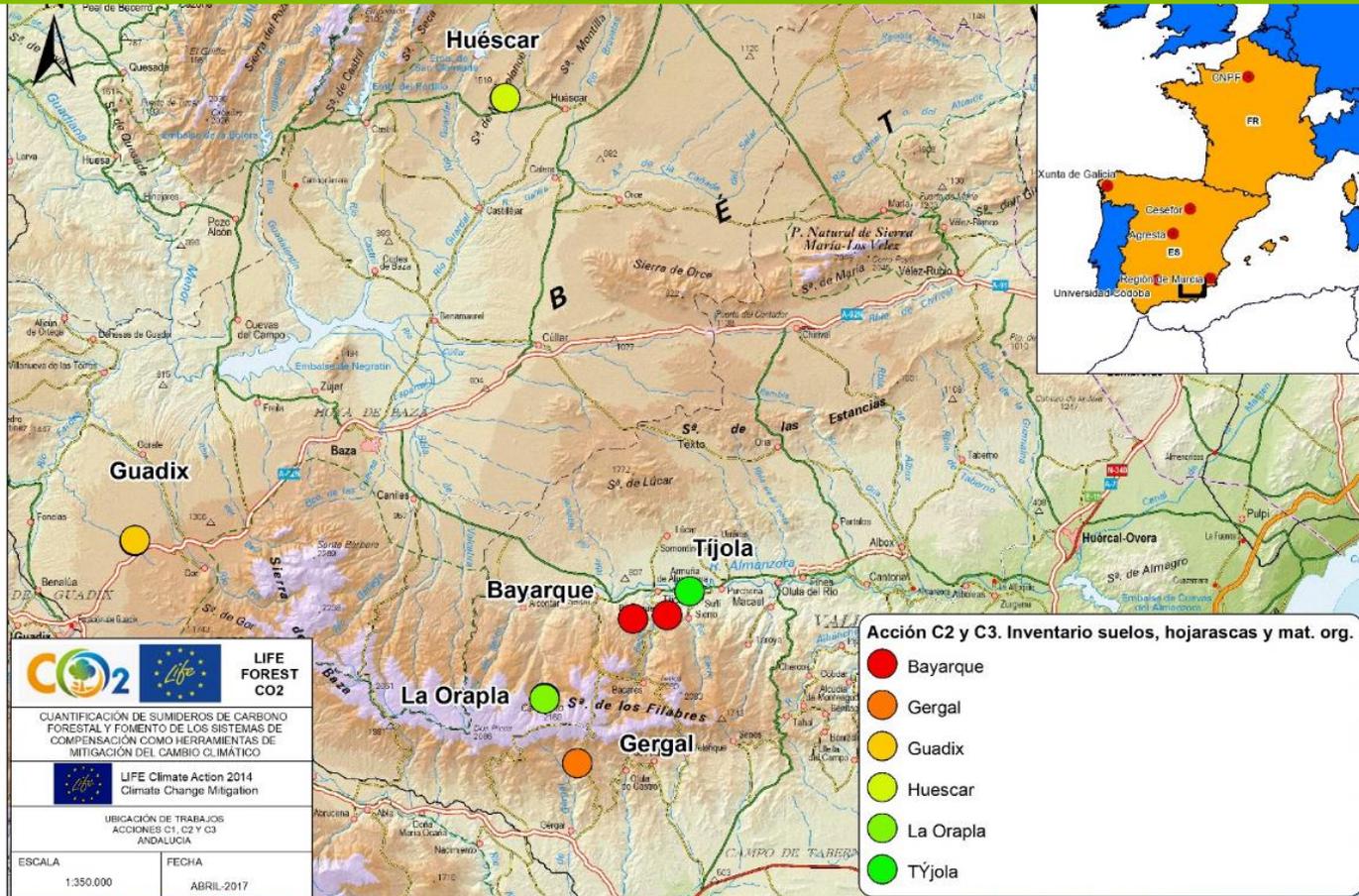
## LOCALIZACIÓN DE ACCIONES DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO EN SUMIDERO-CASTILLA Y LEÓN





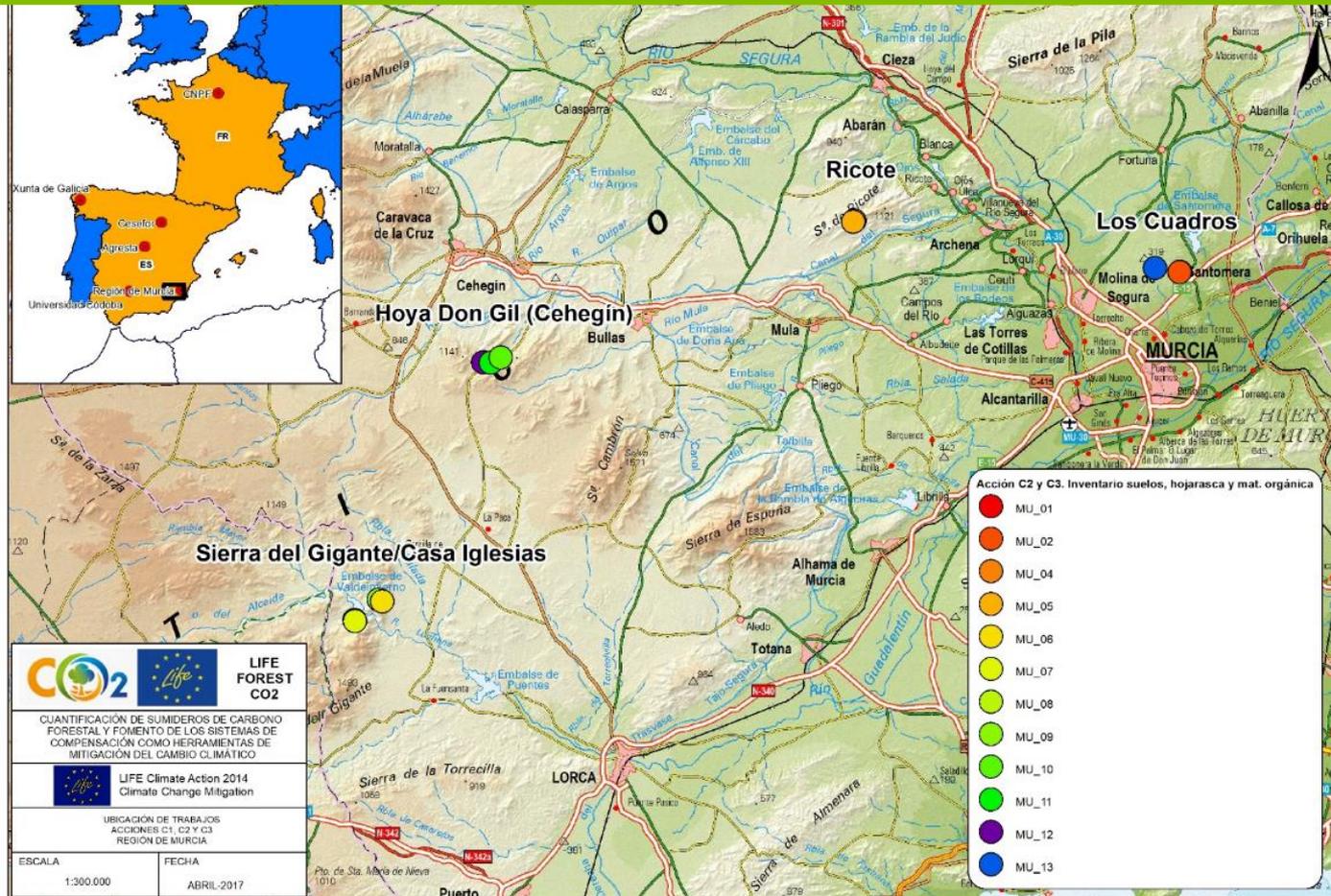
# 1. Metodología y resultados

## LOCALIZACIÓN DE ACCIONES DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO EN SUMIDERO - ANDALUCÍA



# 1. Metodología y resultados

## LOCALIZACIÓN DE ACCIONES DE CUANTIFICACIÓN DE CARBONO EN SUMIDERO-REGIÓN DE MURCIA



# 1. Metodología y resultados



## Sumidero en biomasa aérea y radicular (C1)



# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono en biomasa aérea y radicular

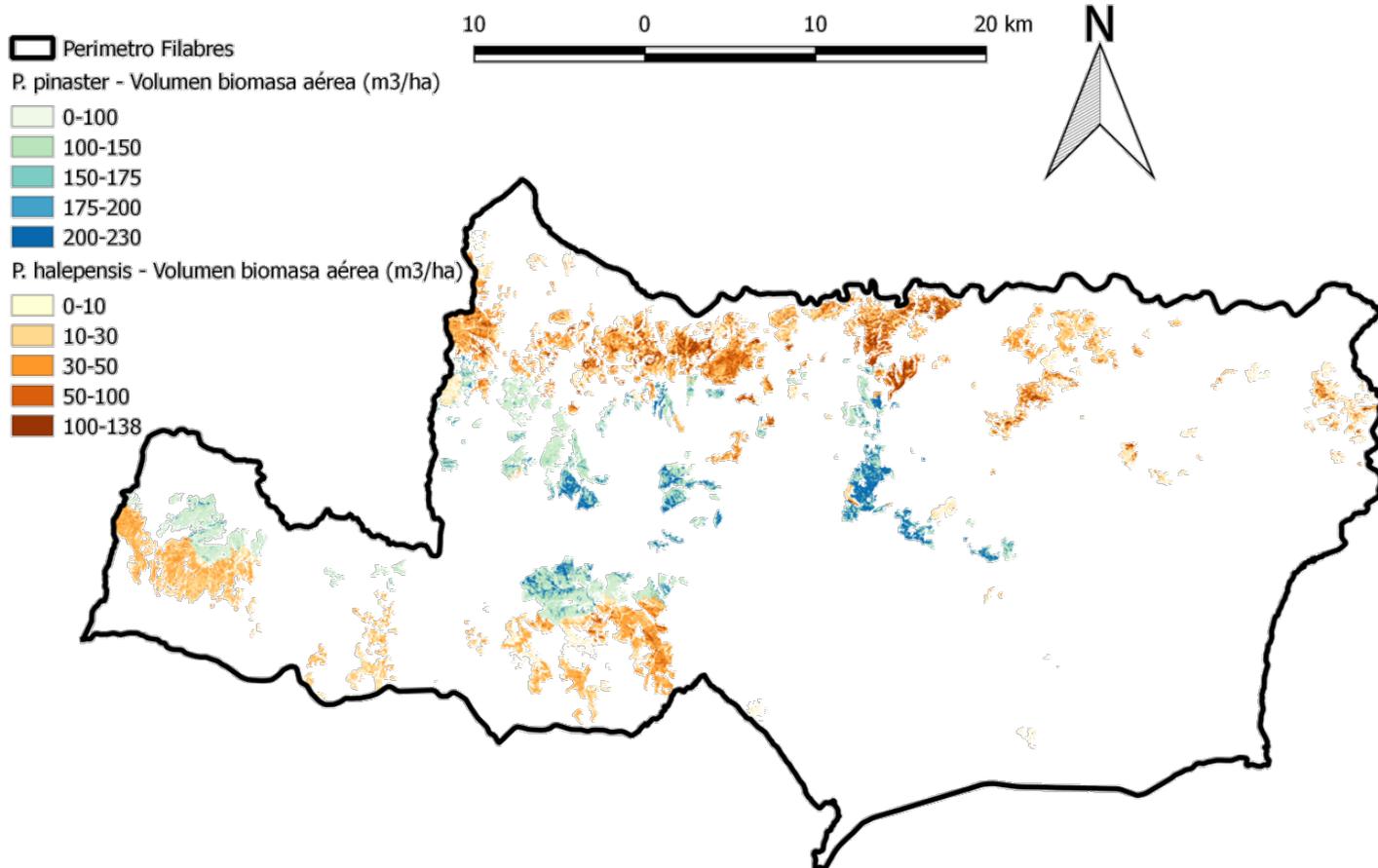
- Se han utilizado un total de 243 parcelas del IFN4 recolocadas a precisión submétrica para los modelos de biomasa de *Pinus halepensis* en la Región de Murcia y 70 parcelas de campo para los modelos de biomasa de *Pinus pinaster* en la zona de trabajo de Soria en Castilla y León.





# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono en biomasa aérea y radicular



# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono en biomasa aérea y radicular

### CARTOGRAFIA DE CALIDAD DE ESTACIÓN *P. halepensis* MURCIA

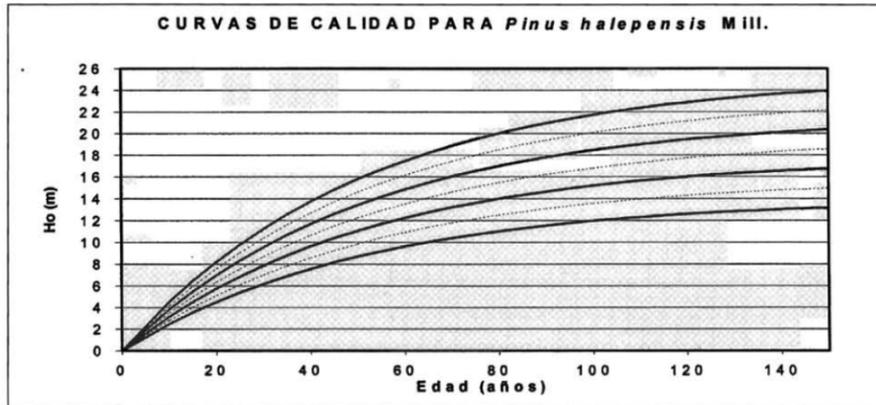
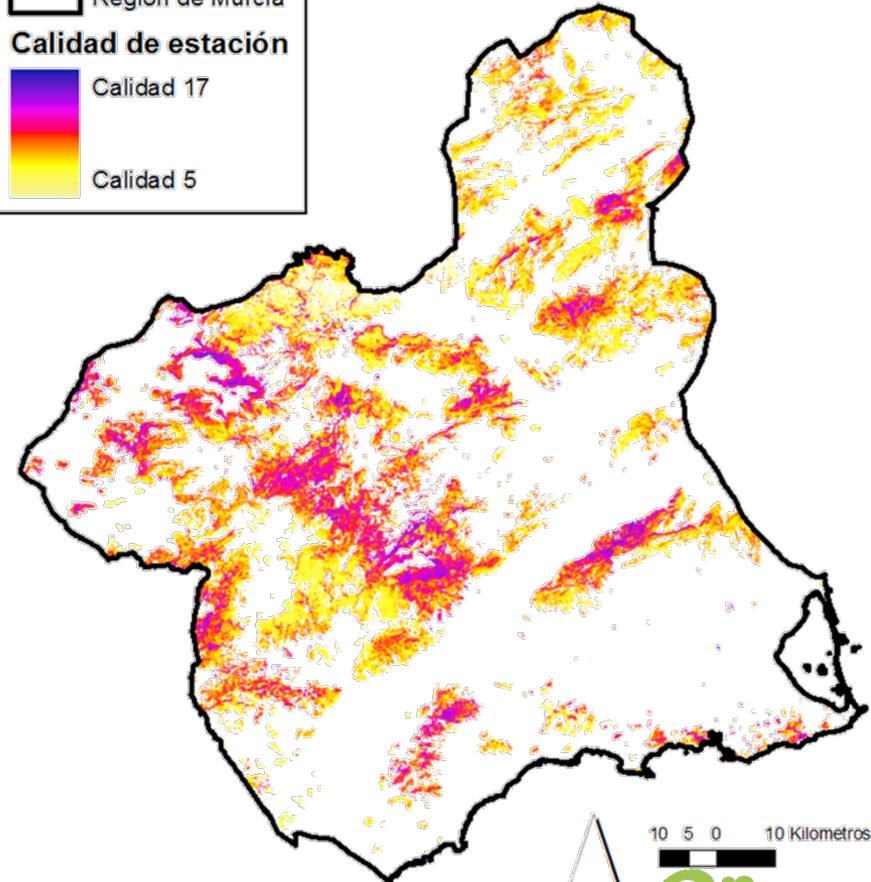


Fig. 1. Curvas de calidad de estación para *Pinus halepensis* Mill.

Calidad de estación de cada parcela se calculó a partir de los modelos para *Pinus halepensis* (Montero et al., 2006)



10 5 0 10 Kilometros

# 1. Metodología y resultados



## Sumidero de carbono orgánico en suelo (C2)

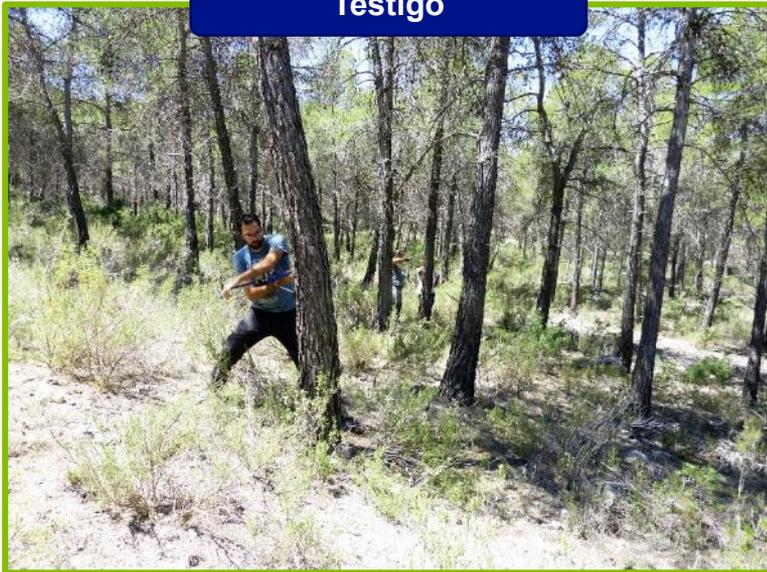


# 1. Metodología y resultados

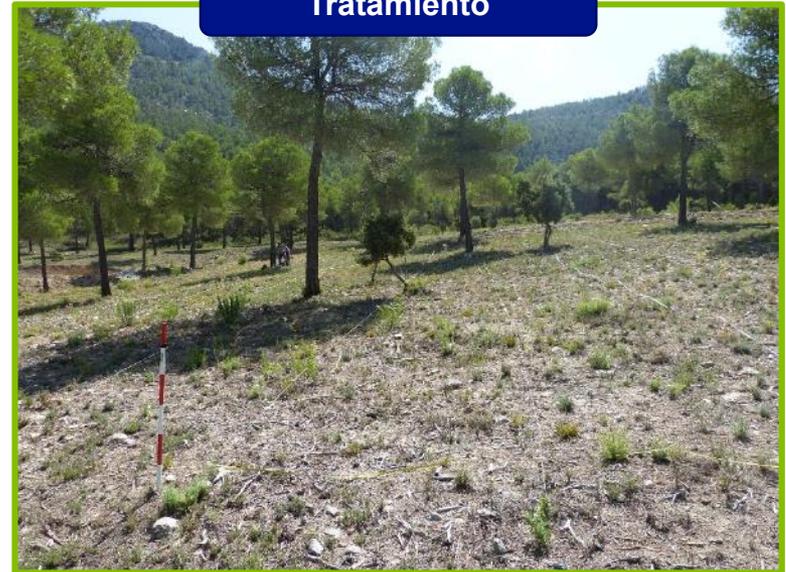
## Precisión del sumidero de carbono orgánico en suelos (COS)

- Selección de áreas con presencia de masas forestales testigo o masas sin tratar y masas con tratamientos selvícolas. Total = 34 parcelas (8 en Andalucía, 12 en Murcia, 10 en Soria y 4 en Occitania). Más de 1.500 muestras analizadas.

Testigo



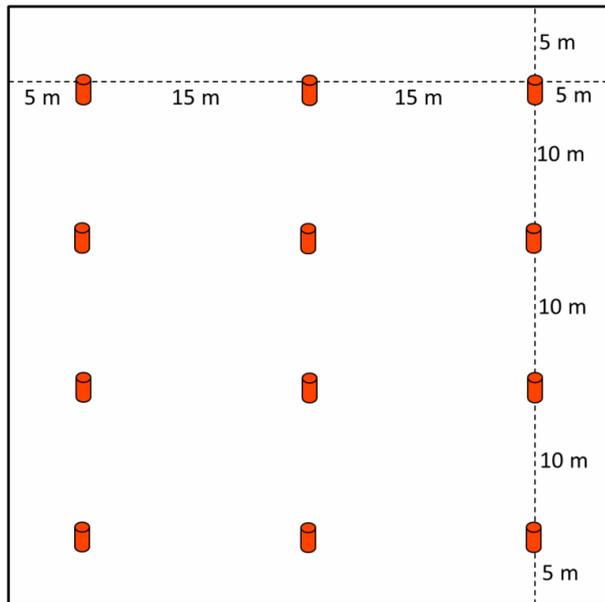
Tratamiento



# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono orgánico en suelos (COS)

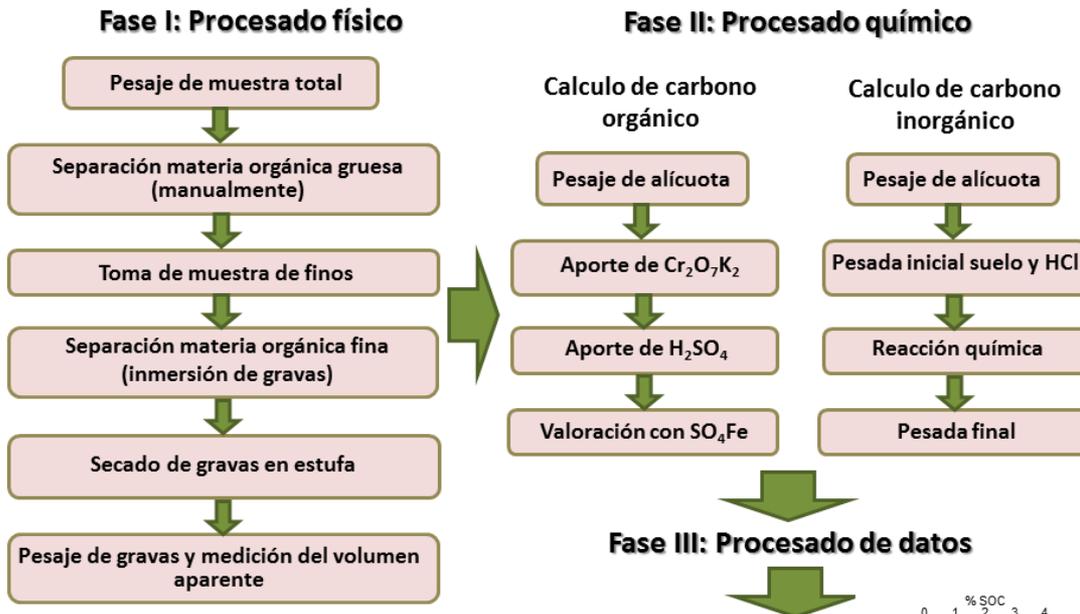
- Parcelas de cuadradas de 40x40. Toma de 12 puntos por parcela. En cada punto, obtención del perfil del suelo desde la superficie hasta los 40 cm de profundidad, en horizontes de 10 cm. Extracción mediante barrenas de 8 cm de diámetro interior.



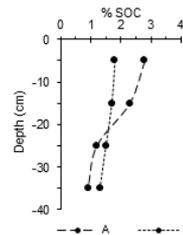
# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono orgánico en suelos (COS)

### METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EN LABORATORIO



Tipo de Carbono analizado	Parcelas					
	FI_2 4	FI_5	FI_4	FI_2	FI_1	FI_3
SIC (kg/m <sup>2</sup> )	3,7	3,1	4,6	0	0	0
SIC (%)	0,6	3,4	4,0	0	0	0
SOC (kg/m <sup>2</sup> )	3,0	4,9	3,3	1,8	2,8	1,5
SOC (%)	0,6	1,5	0,8	0,4	0,8	0,4





# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono orgánico en suelos (COS)

### RESULTADOS

**Tabla 12.** Datos medios de SOC (expresados en Mg de C ha<sup>-1</sup>) y porcentaje para cada intensidad de clara en calidad de estación buena (error estándar entre paréntesis).

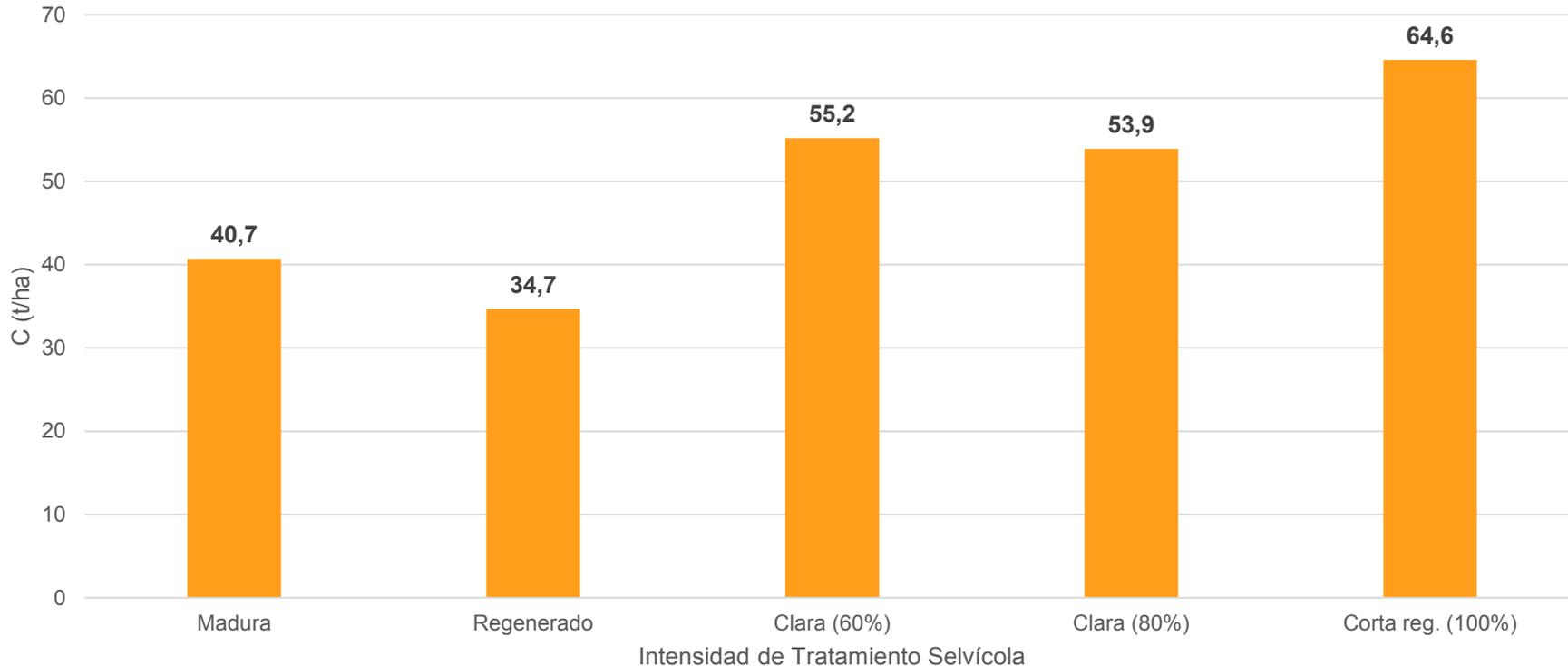
Tipo de C	CALIDAD DE ESTACIÓN BUENA				
	<i>Extracción de AB</i>				
	0 % Madura	0% Regenerado	60% Clara	80% Clara	100% Corta reg.
SOC	40.7 (6.9)	34.7 (5.4)	55.2 (7.7)	53.9 (5.7)	64.6 (7.1)
% SOC	1.5 (0.2)	1.2 (0.1)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	1.7 (0.2)



# 1. Metodología y resultados

## Precisión del sumidero de carbono orgánico en suelos (COS)

### RESULTADOS



# 1. Metodología y resultados



Sumidero en hojarasca y materia muerta del suelo (C3)



# 1. Metodología y resultados

## Almacén de Hojarasca y Materia (DWL) muerta sobre el suelo

Atendiendo a las definiciones del IPCC en *Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*, se consideraron los siguientes almacenes:



**HOJARASCA:** toda la biomasa no viva con un diámetro inferior a 10 cm, sobre el suelo. Incluye hojarasca, pequeñas ramas, frutas, flores, y corteza, así como las capas húmicas y raíces pequeñas (<2mm) y vivas



**MATERIA MUERTA:** Materia no viva que no se incluye en la sección de hojarasca (>10 cm), bien en pie, o tumbada sobre el suelo. Incluye raíces muertas (desde 2 mm de diámetro)

# 1. Metodología y resultados

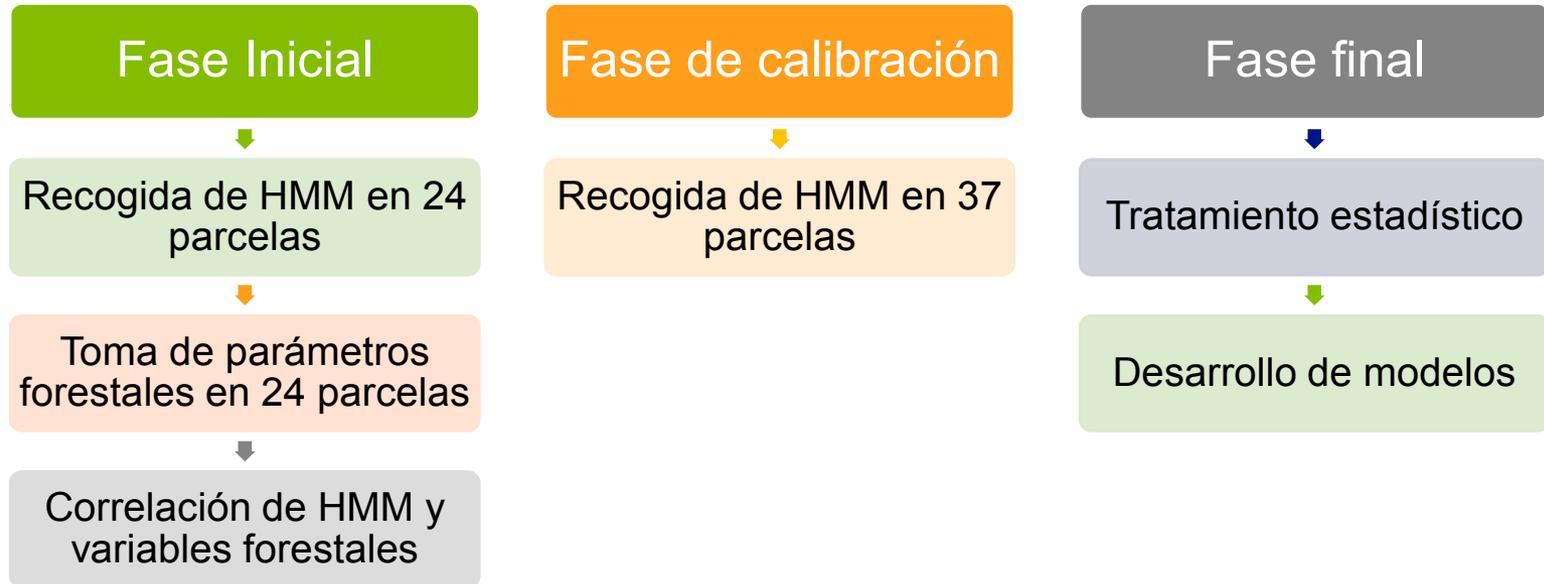
## Objetivos



# 1. Metodología y resultados



## Planteamiento general





# 1. Metodología y resultados

## Área de trabajo



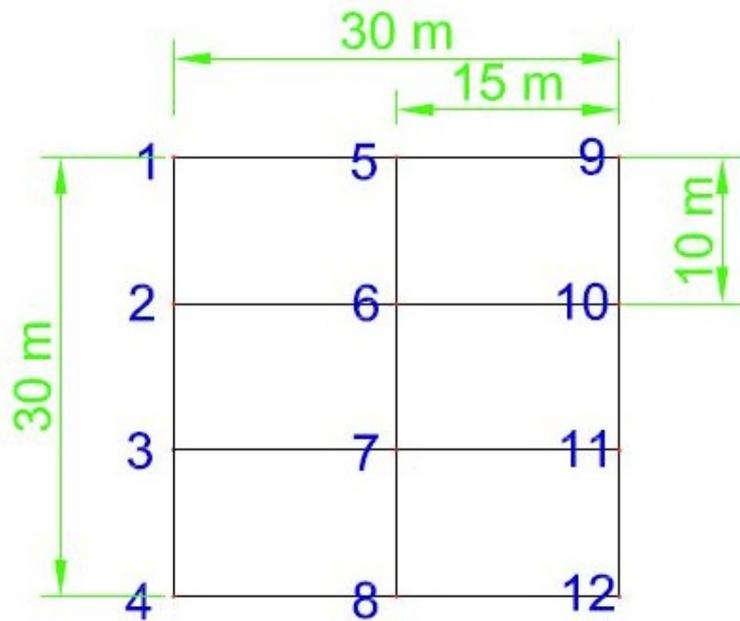
# 1. Metodología y resultados

## Tipologías de parcelas

PARCELAS	INTENSIDAD DE TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1 <sup>er</sup> Tipo	Parcela testigo (sin tratar)	Parcelas no gestionadas, que conformarán la línea base
2 <sup>o</sup> Tipo	Intensidad baja	Parcelas con clareos de menos del 20% del área basimétrica inicial
3 <sup>er</sup> Tipo	Intensidad media	Parcelas con clareos de entre 20 - 50% del área basimétrica inicial
4 <sup>o</sup> Tipo	Intensidad alta	Parcelas con clareos superiores al 50% del área basimétrica inicial

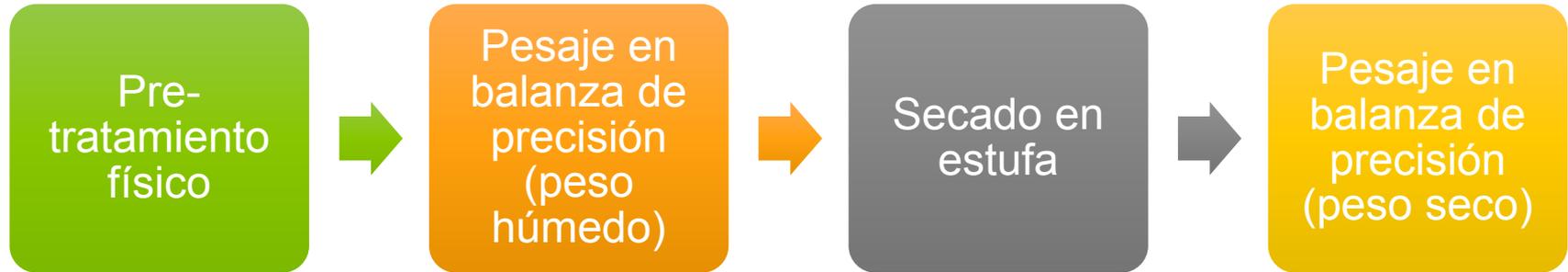
# 1. Metodología y resultados

## Toma de muestras



# 1. Metodología y resultados

## Procesado de muestras



# 1. Metodología y resultados



## Tamaño de muestreo final

UBICACIÓN	TRATAMIENTO	MUESTRAS
Barranco de Italia	I. Baja	16
	I. Media	16
	Testigo	16
Sierra de Burete/ Hoya Don Gil	Testigo	36
	I. Media	16
	I. Alta	16
Cabezo Gordo/ Tercia de Totana	I. Baja	24
	I. Media	24
	I. Alta	24
	Testigo	24
Sierra del Gigante/Pericay	Testigo	48
	I. Alta	19
	I. Baja	24
Los Cuadros	I. Alta	12
	I. Media	24
	I. Baja	12
	Testigo	24
Ricote	Testigo	24
	I. Baja	24
<b>TOTAL</b>		<b>423</b>

# 1. Metodología y resultados

## Análisis de parámetros forestales



### Inventario forestal

- Altura
- Diámetro normal
- Densidad de pies



### Índice de Área Foliar (LAI)



### Fracción de Cobertura Cubierta

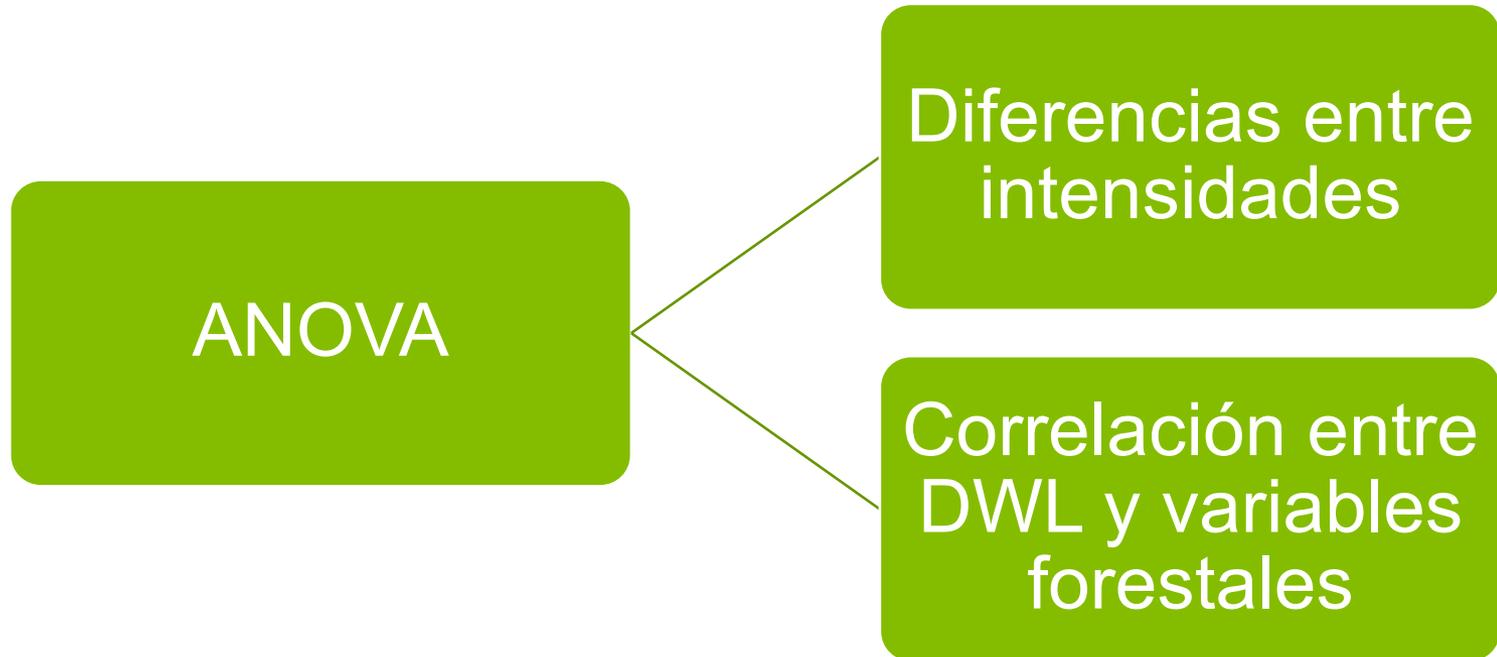
- Métodos tradicionales (transectos)
- LIDAR
- DRON



### Calidades de Estación y Edad



## Análisis estadístico

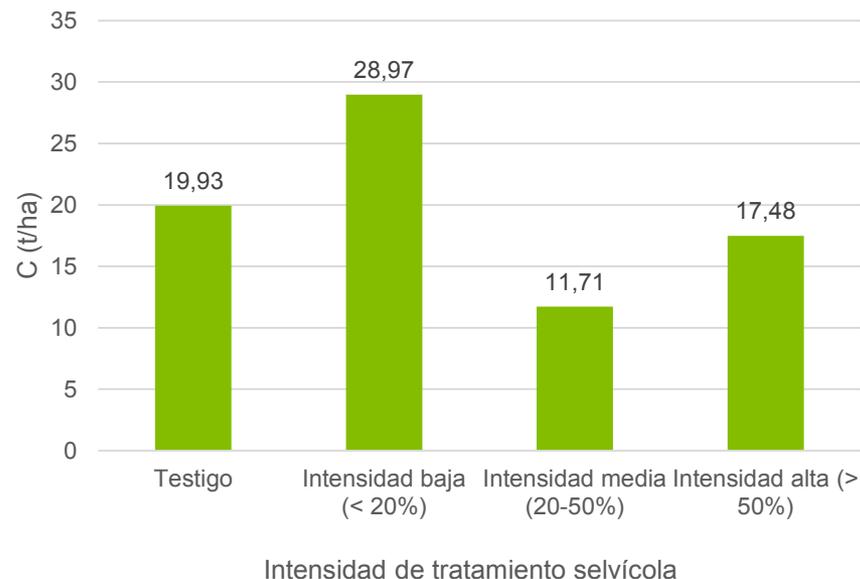




# 1. Metodología y resultados

## Resultados en función del tratamiento

Variable dependiente: C (t/ha)				
Tratamiento	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Testigo	19,934 <sup>b</sup>	1,90	16,20	23,67
Intensidad baja (< 20%)	28,974 <sup>c</sup>	2,35	24,35	33,60
Intensidad media (20-50%)	11,714 <sup>a,b</sup>	2,55	6,69	16,74
Intensidad alta (> 50%)	17,477 <sup>a</sup>	3,09	11,41	23,54



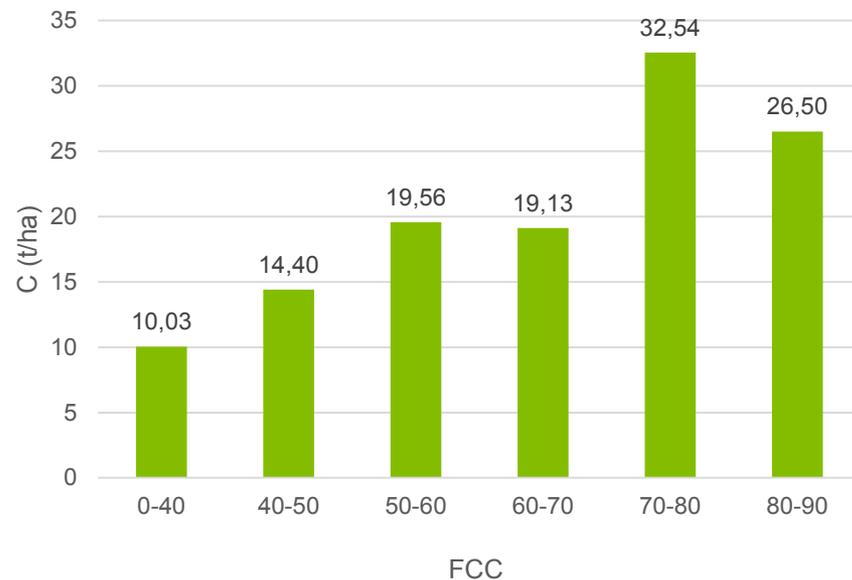


# 1. Metodología y resultados

## Resultados en función de parámetros forestales: FCC LIDAR

Variable dependiente: C (t/ha)

FCC	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0-40	10,027 <sup>a</sup>	2,746	4,629	15,425
40-50	14,403 <sup>a</sup>	3,156	8,200	20,607
50-60	19,558 <sup>a,b</sup>	3,406	12,862	26,253
60-70	19,125 <sup>a,b</sup>	2,377	14,452	23,797
70-80	32,536 <sup>c</sup>	1,864	28,872	36,201
80-90	26,496 <sup>b,c</sup>	2,852	20,890	32,103



# 1. Metodología y resultados



## Modelización

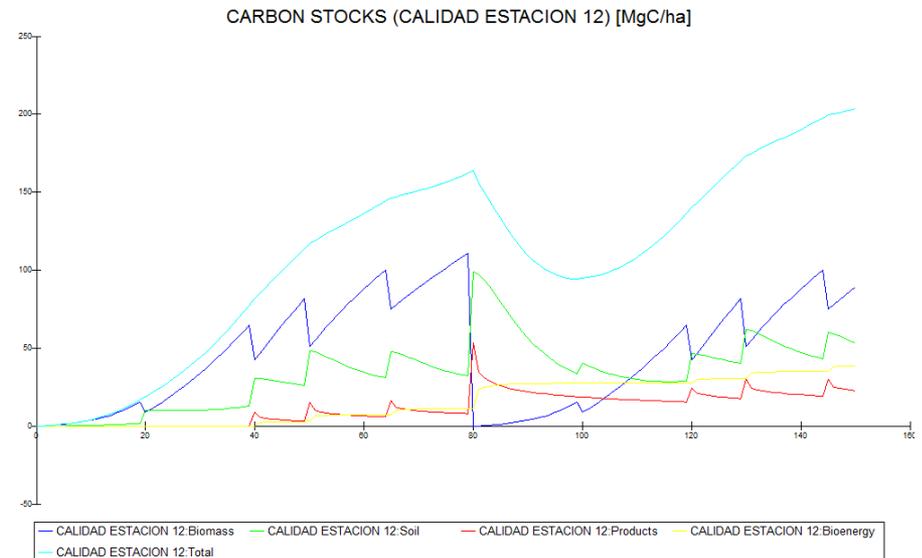
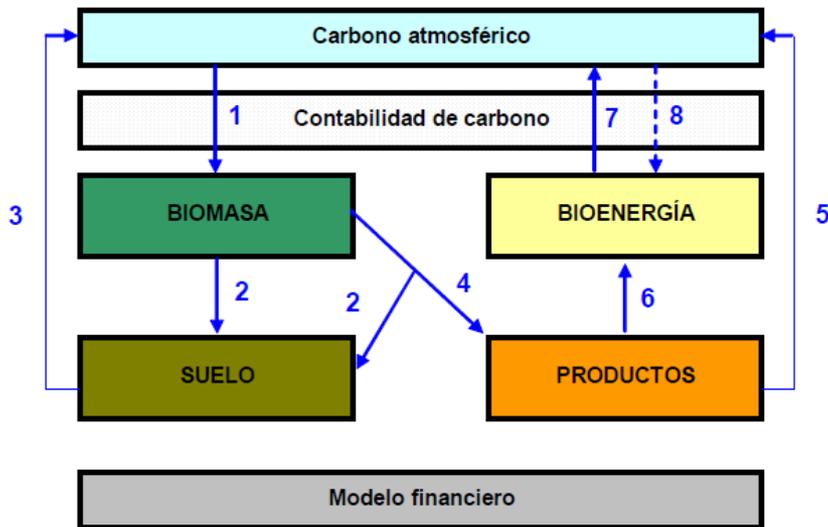




# 1. Metodología y resultados

## MODELIZACIÓN CON CO2FIX

- Se ha comenzado a redactar una metodología de cuantificación de carbono masas de *P. pinaster* y *P. halepensis* sometida a gestión, a través de la herramienta CO2FIX.



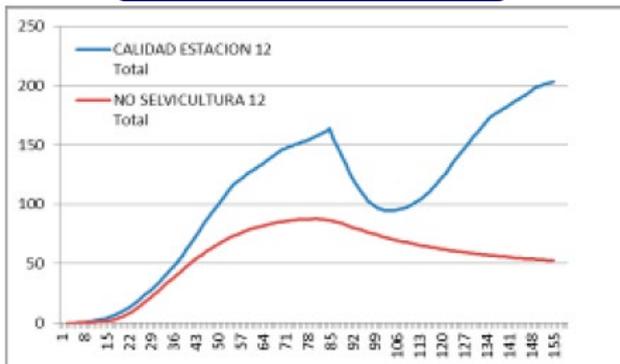


# 1. Metodología y resultados

## Principales resultados obtenidos

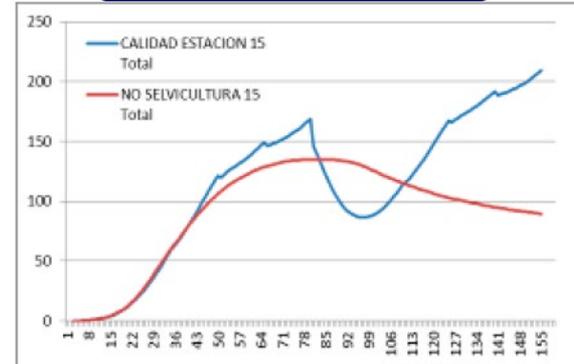
*P. pinaster*

Calidad de estación 12

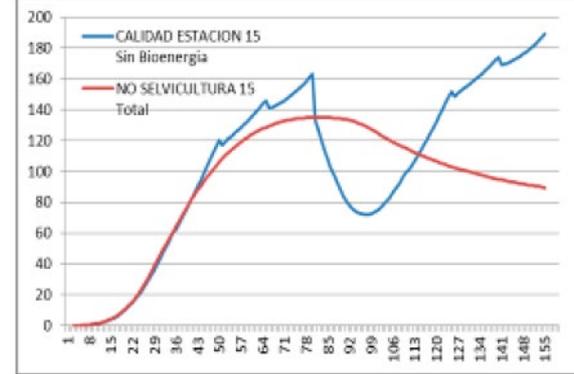
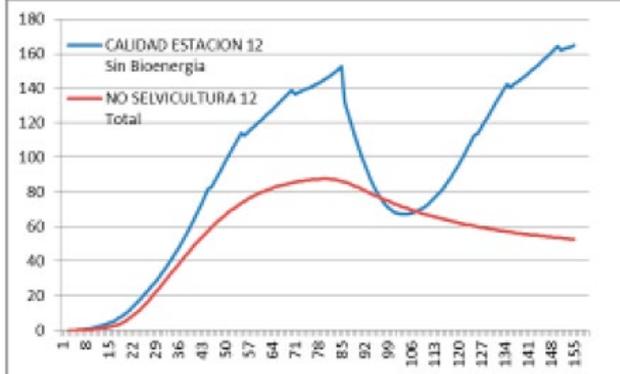


Bioenergía

Calidad de estación 15



Sin Bioenergía



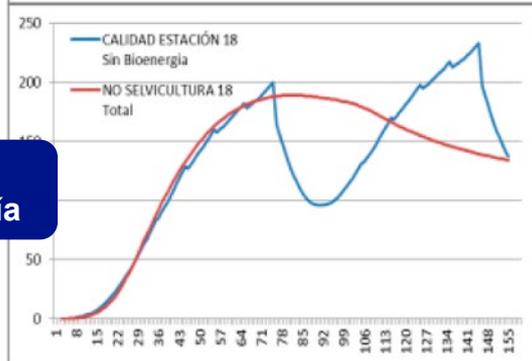
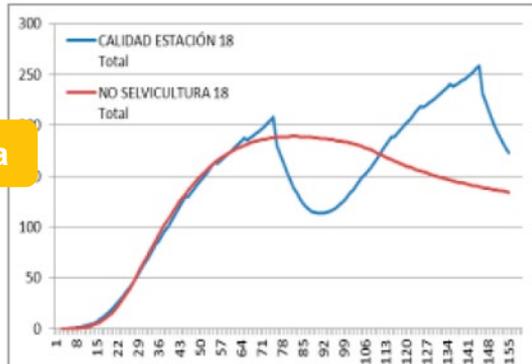
# 1. Metodología y resultados



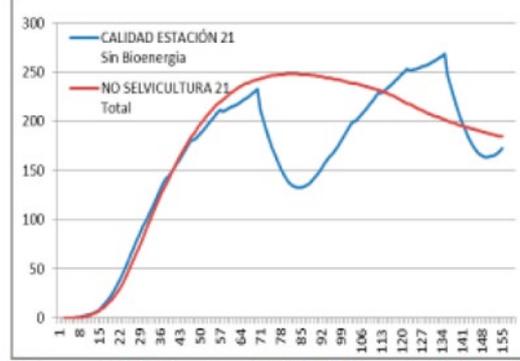
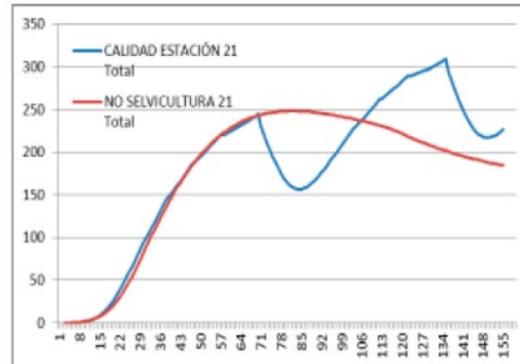
## Principales resultados obtenidos

*P. pinaster*

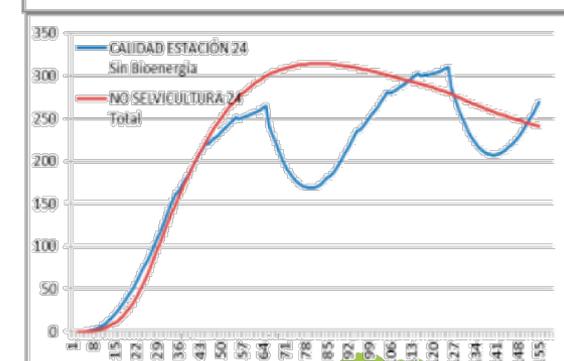
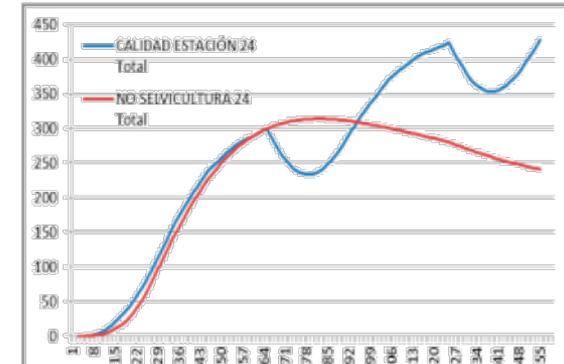
Calidad de estación 18



Calidad de estación 21



Calidad de estación 24



Bioenergía

Sin Bioenergía



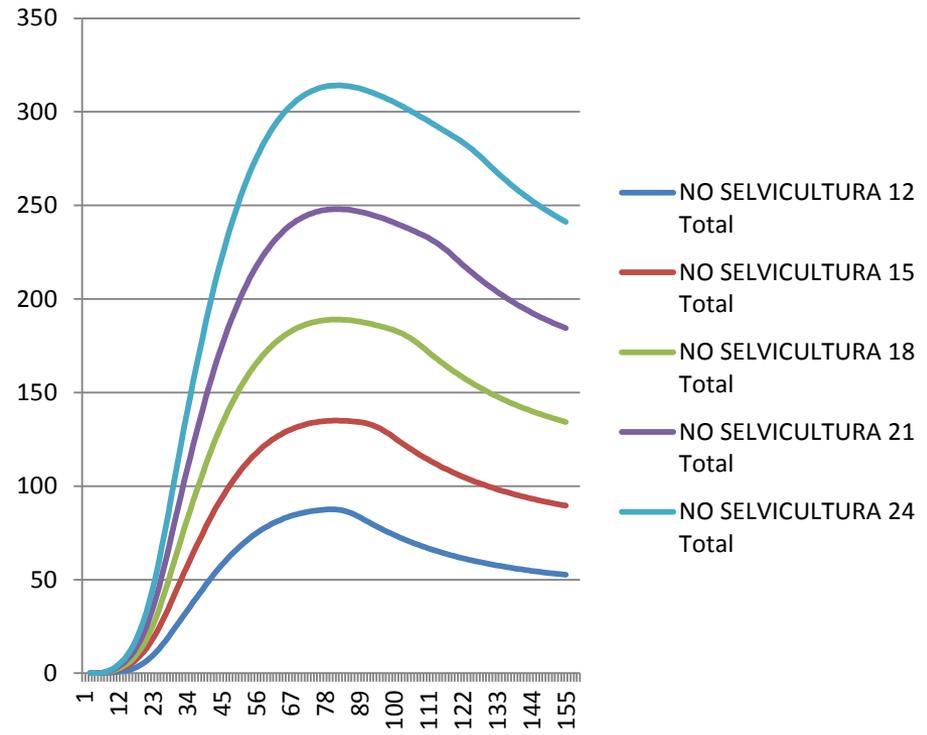
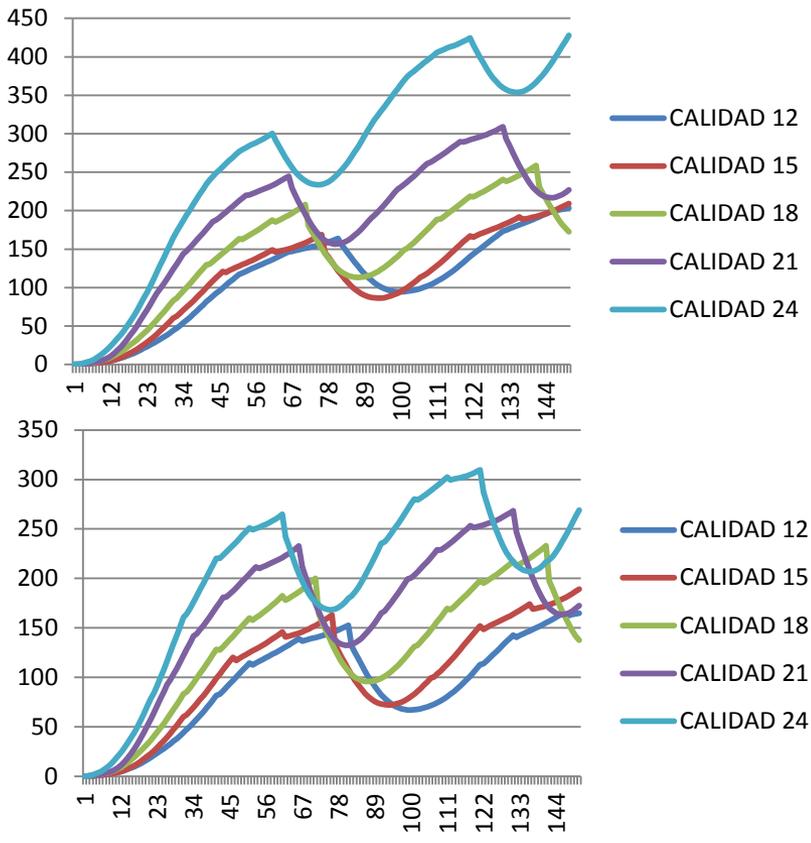
# 1. Metodología y resultados

## Principales resultados obtenidos

*P. pinaster*

**SELVICULTURA**

**NO SELVICULTURA**



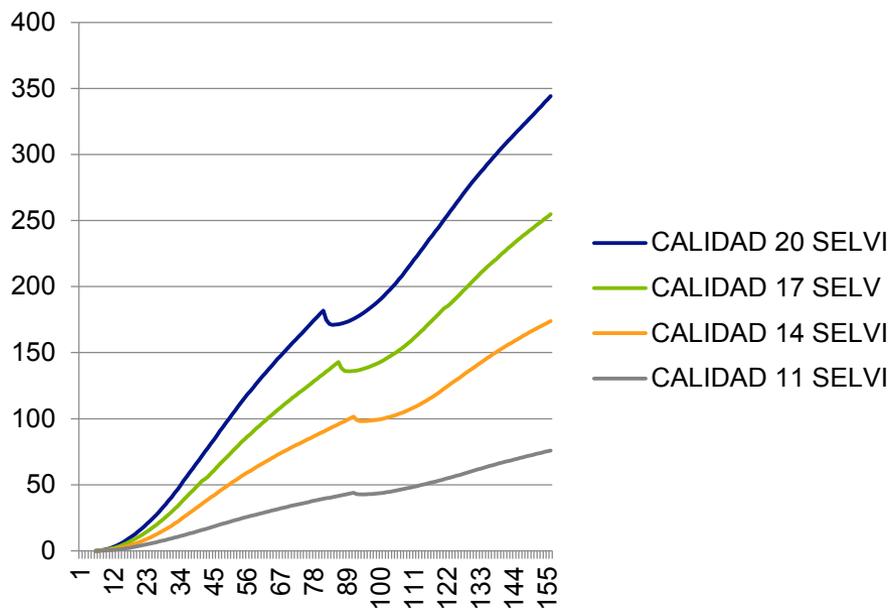


# 1. Metodología y resultados

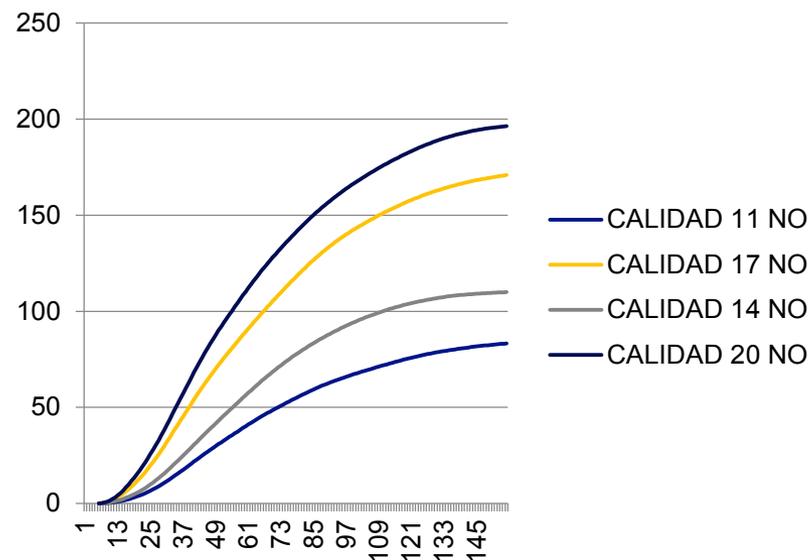
## Principales resultados obtenidos

*P. halepensis*

SELVICULTURA



NO SELVICULTURA





## 2. Síntesis de resultados



# 2. SÍNTESIS DE RESULTADOS



## 2.Síntesis de resultados

### Balance de carbono y créditos de CO<sub>2</sub> equivalente generados en *Pinus pinaster*

Calidad de Estación	Contabiliza Bioenergía	Producto de madera	Créditos CO <sub>2</sub>	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )
12	No	100% Tablero 25 años	164,93	173,43	200,49
		50% Tablero 50% Sierra	173,43		
		100% Sierra	181,94		
	50% de tronco y 50% ramas	100% Tablero 25 años	223,30	227,55	
		50% Tablero 50% Sierra	227,55		
		100% Sierra	231,81		
15	No	100% Tablero 25 años	93,39	104,85	99,28
		50% Tablero 50% Sierra	104,87		
		100% Sierra	116,31		
	50% de tronco y 50% ramas	100% Tablero 25 años	87,96	93,70	
		50% Tablero 50% Sierra	93,68		
		100% Sierra	99,44		



## 2.Síntesis de resultados

### Balance de carbono y créditos de CO2 equivalente generados en *Pinus pinaster*

Calidad de Estación	Contabiliza Bioenergía	Producto de madera	Créditos CO <sub>2</sub>	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )
18	No	100% Tablero 25 años	58,59	74,47	64,27
		50% Tablero 50% Sierra	74,47		
		100% Sierra	90,35		
	50% de tronco y 50% ramas	100% Tablero 25 años	46,13	54,07	
		50% Tablero 50% Sierra	54,08		
		100% Sierra	62,00		
21	No	100% Tablero 25 años	-6,09	24,56	14,48
		50% Tablero 50% Sierra	29,41		
		100% Sierra	50,34		
	50% de tronco y 50% ramas	100% Tablero 25 años	-10,92	4,39	
		50% Tablero 50% Sierra	6,83		
		100% Sierra	17,27		
24	No	100% Tablero 25 años	-44,04	-17,83	27,76
		50% Tablero 50% Sierra	-17,82		
		100% Sierra	8,36		
	50% de tronco y 50% ramas	100% Tablero 25 años	60,24	73,35	
		50% Tablero 50% Sierra	73,33		
		100% Sierra	86,46		



## 2.Síntesis de resultados

### Balance de carbono y créditos de CO2 equivalente generados en *Pinus halepensis*

Precipitación (mm/año)	Calidad de Estación	Toneladas/ha CO <sub>2</sub>	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )
200	20 bioenergía	227,77	157,24
	20 suelo	181,76	
	20 tablero	62,19	
	17 bioenergía	128,70	76,56
	17 suelo	88,73	
	17 tablero	6,23	
	14 bioenergía	91,23	56,17
	14 suelo	65,16	
	14 tablero	12,14	
	11 bioenergía	-29,66	-49,65
	11 suelo	-43,38	
	11 tablero	-75,90	



## 2.Síntesis de resultados

### Balance de carbono y créditos de CO2 equivalente generados en *Pinus halepensis*

Precipitación (mm/año)	Calidad de Estación	Toneladas/ha CO <sub>2</sub>	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )
350	20 bioenergía	227,19	139,76
	20 suelo	146,73	
	20 tablero	45,37	
	17 bioenergía	131,76	68,91
	17 suelo	72,84	
	17 tablero	2,15	
	14 bioenergía	92,52	52,06
	14 suelo	54,68	
	14 tablero	9,01	
	11 bioenergía	-19,26	-40,74
	11 suelo	-36,78	
	11 tablero	-66,19	



## 2.Síntesis de resultados

### Balance de carbono y créditos de CO2 equivalente generados en *Pinus halepensis*

Precipitación (mm/año)	Calidad de Estación	Toneladas/ha CO <sub>2</sub>	Media (t/ha CO <sub>2</sub> )
550	20 bioenergía	226,42	116,47
	20 suelo	100,03	
	20 tablero	22,95	
	17 bioenergía	135,85	61,40
	17 suelo	51,66	
	17 tablero	-3,30	
	14 bioenergía	94,23	46,59
	14 suelo	40,70	
	14 tablero	4,84	
	11 bioenergía	-5,39	-28,87
	11 suelo	-27,98	
	11 tablero	-53,24	



## 2.Síntesis de resultados

### Potencial de compraventa de créditos de carbono

Potenciales ingresos entre 150 y 1.200 €/ha

Turno 100 años x 1 crédito/ha-año x 12 €/crédito: 1.200 €/ha-turno





**¡GRACIAS!**