



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

## El derecho a crecer torcido: ¿es adaptativa la rectitud del tronco?



Jose M Climent Maldonado

Rosario Sierra de Grado

Dpto. Ecología y Genética Forestal (INIA-CIFOR)  
ETSIA Palencia  
luFor UVA-INIA

27 de junio de 2017, Plasencia

La rectitud del fuste es uno de los caracteres que más influye en la proporción de madera para productos de mayor calidad y valor añadido

Pero...¿papel adaptativo (evolutivo) de la rectitud para cada especie forestal y condiciones ambientales?

Coníferas boreales: mejor desempeño frente a nieve y viento



En especies tropicales, relación entre forma y estructura del tronco con estrategias contrastadas de ciclo vital (Van Gelder et al 2006)

¿Especies templadas o mediterráneas?



# Introducción



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL



## Introducción



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La posición vertical y recta es más estable pero mantenerse así frente a esfuerzos mecánicos variables requiere:

1. Mecanismos activos de corrección (crecimiento asimétrico, madera de reacción)
2. Buen sistema de anclaje (sistema radical)

Coste de estos mecanismos: mayor asignación de biomasa al tronco y raíz; menor reproducción y otros procesos (defensas?)

Control genético:  
La heredabilidad de la inclinación aumentó sustancialmente al inducir curvaturas experimentalmente en *P. pinaster* (Sierra de Grado et al 1999)



## Introducción



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

El alto control genético de la forma del tronco justifica el éxito en los programas de mejora genética cuando la variabilidad de partida es amplia



WA, Variedad no mejorada y mejorada de *Pinus pinaster*, 35 años. >36% de ganancia en volumen, >40% de ganancia en rectitud y >25% en diámetro de ramas.

Tras confirmar la diferenciación genética en rectitud de fuste en dos especies de estudio (*Pinus nigra*, *Pinus pinaster*):

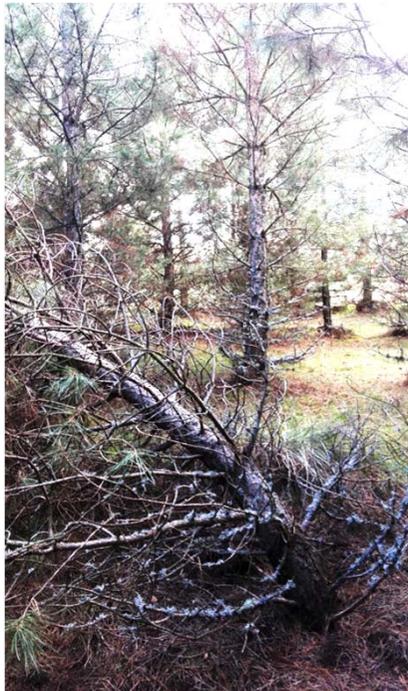
1. Explorar la existencia de correlaciones genéticas (entre procedencias) hacia genotipos más rectos ligados a mayor asignación de biomasa en el tronco principal y reproducción tardía (“coste de la rectitud”).
2. Confirmar si la variabilidad observada entre procedencias en *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* puede explicarse por las condiciones de origen: procedencias de mayor altitud deberían mostrar mayor rectitud y menor incidencia de daños por nieve

## *Pinus nigra*

Ensayo con 19 procedencias pertenecientes a 4 subespecies (*salzmannii*, *nigra*, *laricio corsicana*) y *laricio callabrica*).

Mediciones periódicas de crecimiento, patrón de ramificación, reproducción, espesor de corteza y rectitud (escala categórica)

Árboles tumbados por una nevada tardía en mayo de 2016, a los 20 años de edad



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BLOQUE I	78	82	202	201	73							
BLOQUE I	202	402	304	71	83							
BLOQUE I	207	83	150	72	402							
BLOQUE I	202	601	81	84	71							
BLOQUE I	3	1	405	204	72							
BLOQUE I	83	84	201		601							
BLOQUE I	1	202	72	405	84							
BLOQUE I	3	150	82	402	1							
BLOQUE I	73	71	001	103	3							
BLOQUE II	82	150	407	202	202							
BLOQUE II	202	303	73	3	82							
BLOQUE II	72	407	71	402	81							
BLOQUE II	203	84	1	001	202							
BLOQUE III	81	83	201	405								
BLOQUE III	82	1	001	407								
BLOQUE III	3	72	303	150	73							
BLOQUE III	84	202	83	71	82							
BLOQUE III	202	402	201	73	84							
BLOQUE IV	405	81	1	3	302	1						
BLOQUE IV	601	303	72	11	601	405						
BLOQUE IV	202	82	402		402	81						
BLOQUE IV	83		202	405	71	83						
BLOQUE IV	407	201	71	84	72	202						
BLOQUE V	805	1	73	202	3							
BLOQUE V	71	72	202	405	72							
BLOQUE V	81	82	83	407	405							
BLOQUE V	84	3	001	72	81							
BLOQUE VI	83	402	81	202	84							
BLOQUE VI	71	82	405	73	1							
BLOQUE VI	202	1	001	407	82							
BLOQUE VI	84	3	402	001	71							
BLOQUE VII	1	83	72	83								
BLOQUE VII	202	73	84	73	202							
BLOQUE VII	82		405	202	402							
BLOQUE VII	71		405									
BLOQUE VIII			202									
BLOQUE VIII	73		405									
BLOQUE VIII	81		202									
BLOQUE VIII	71		402									
BLOQUE VIII	3		83									
BLOQUE IX	202		72									
BLOQUE IX	84		1									
BLOQUE IX	82		1									
BLOQUE IX	601											

Análisis de datos: ACP, MLG, regresión lineal

***Pinus pinaster***

Ensayo de inclinación-recuperación con plantas de 5 procedencias rectas y 5 torcidas (según ensayos anteriores). Inclinación experimental a 45° y seguimiento del reenderezamiento. Análisis destructivo de componentes de biomasa y estructura de la raíz (diámetro y conicidad)

Análisis de datos: PCA, MLG

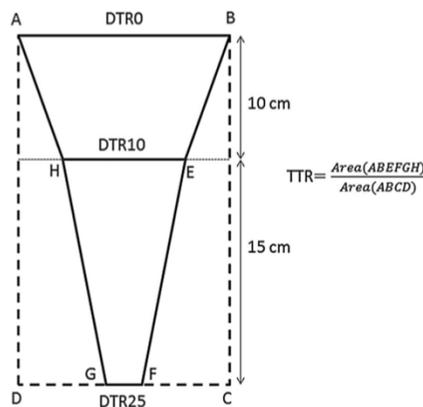
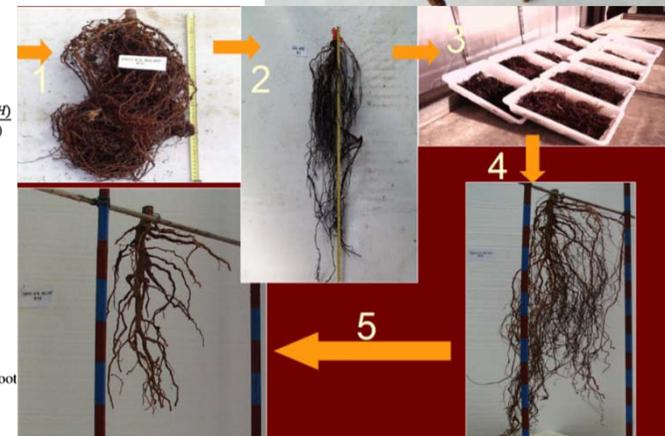
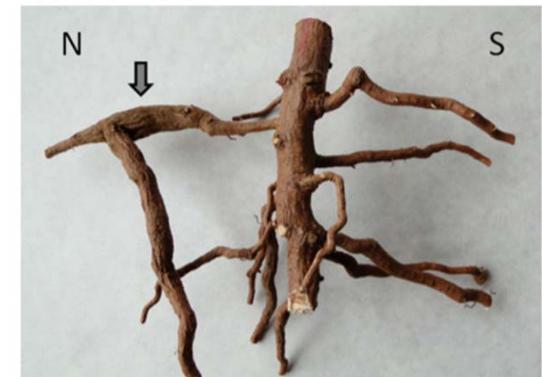
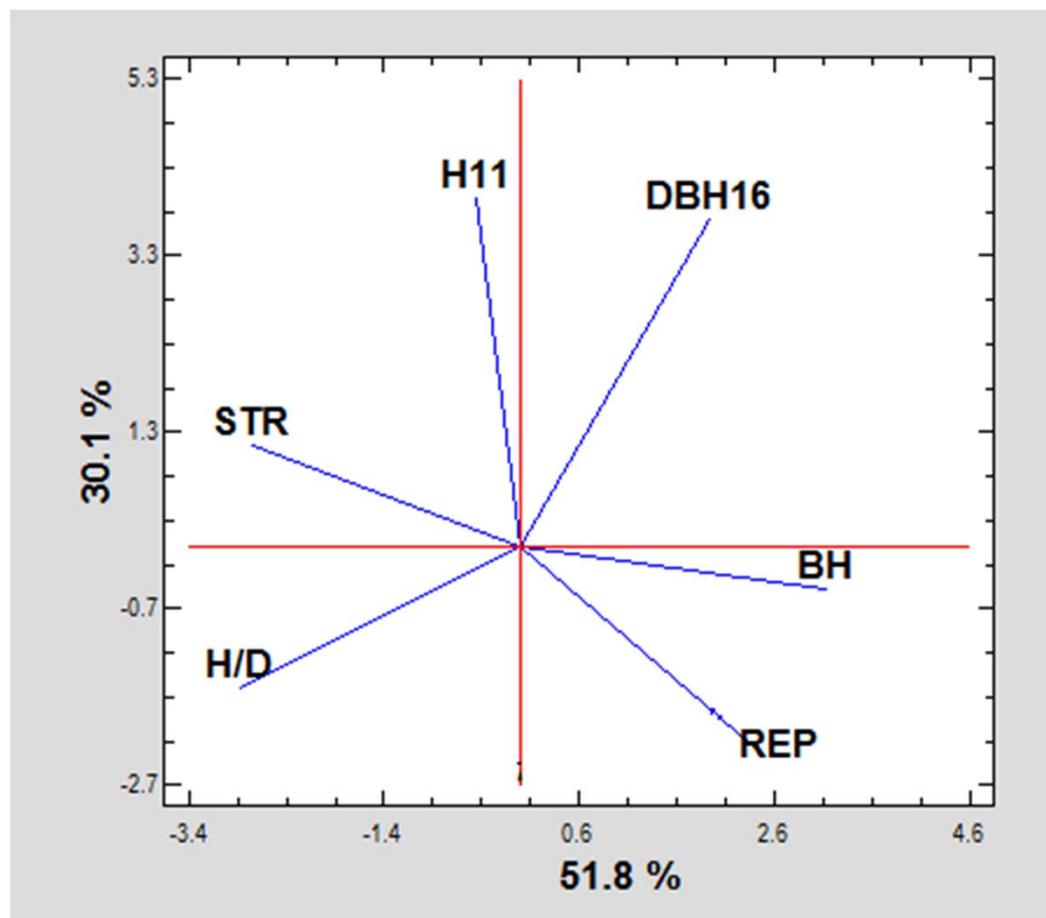


Fig. 1 Illustration of the computation of the taper index of the taproot (TTR)



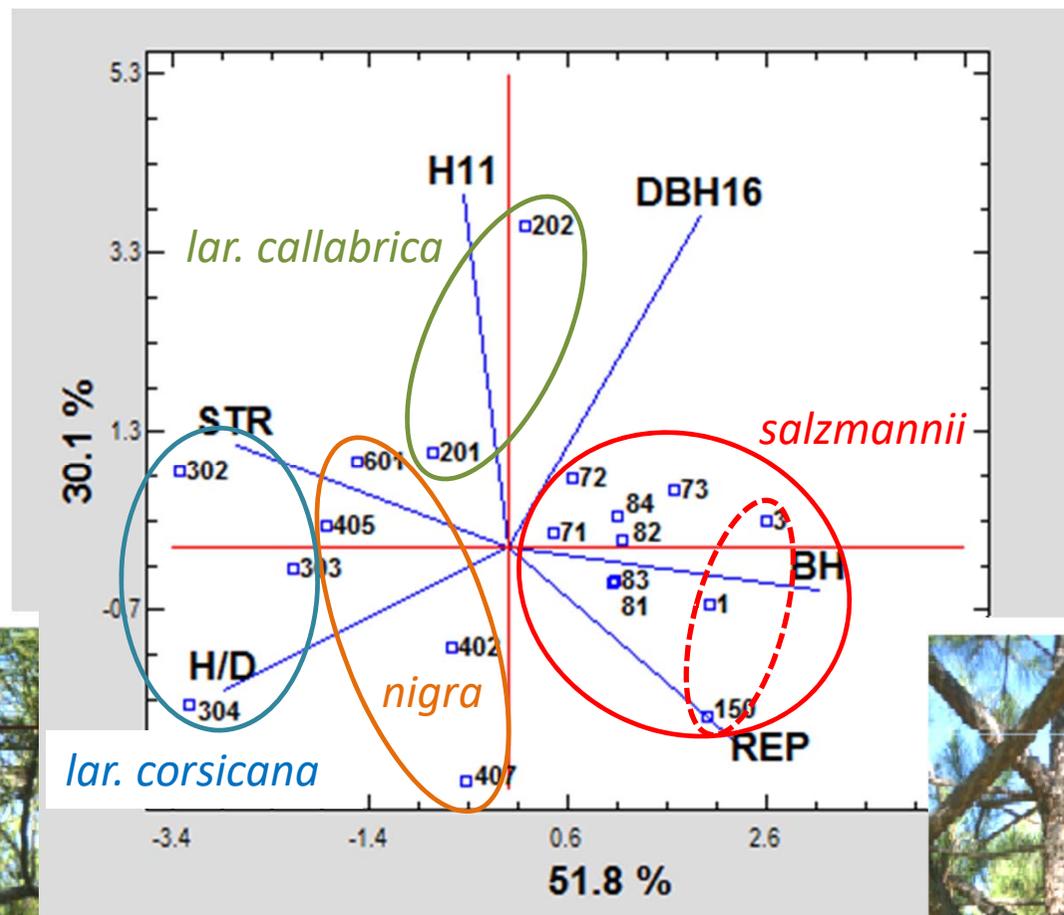
### *Pinus nigra*

- Procedencia \*\*\* en todas las variables excepto corteza
- Rectitud opuesta a ramas gruesas y reproducción
- Correlación positiva con esbeltez

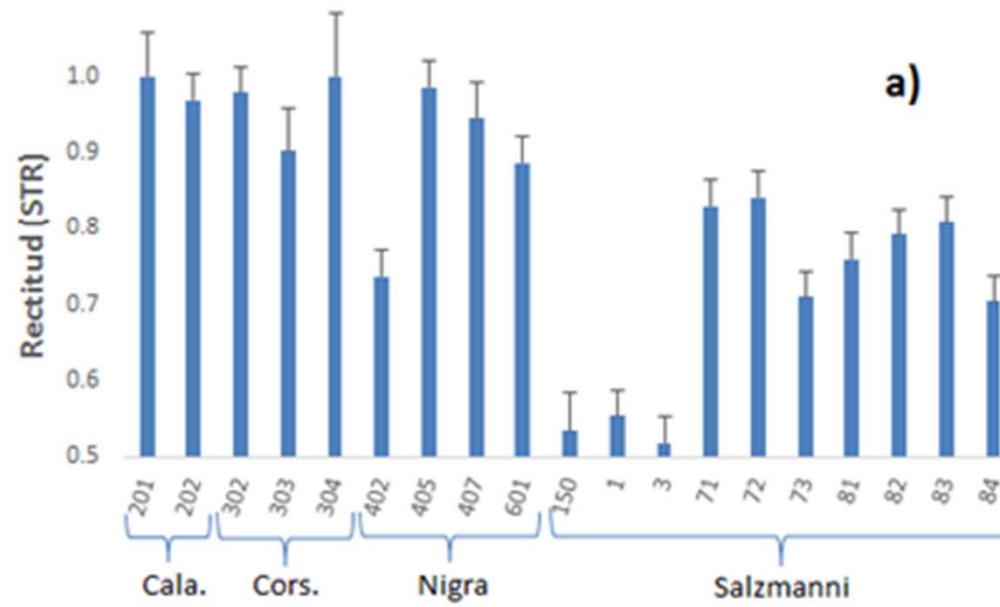


## *Pinus nigra*

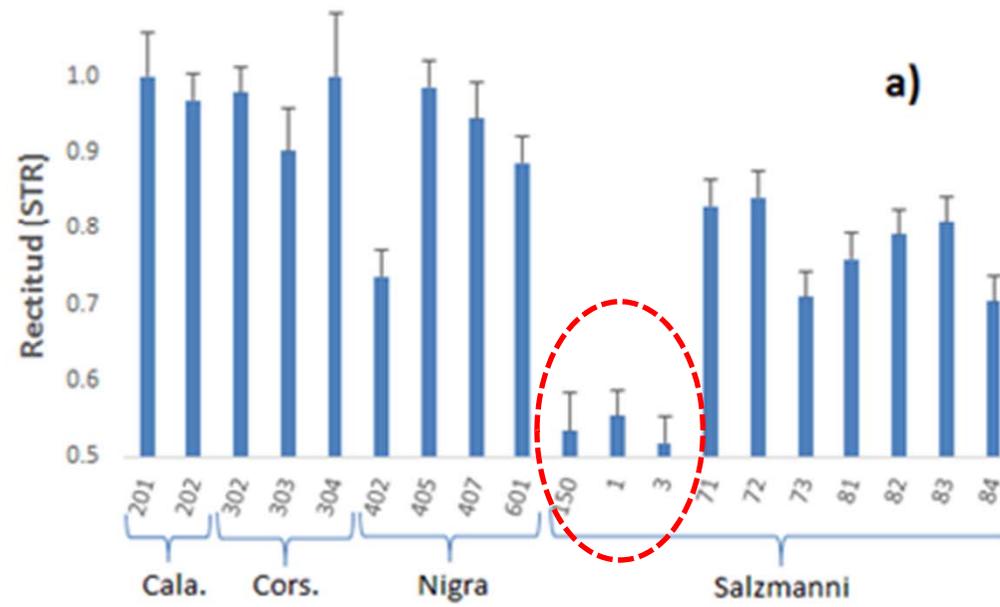
- Clara agrupación por subespecie
- *Laricio corsicana* opuesta a *salzmannii* en rectitud y ramificación



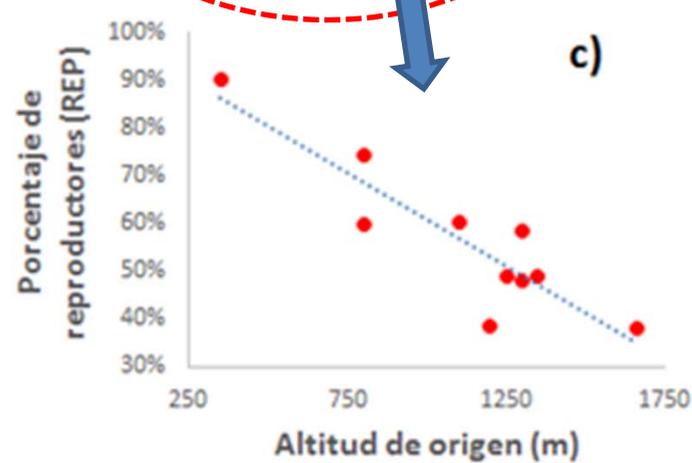
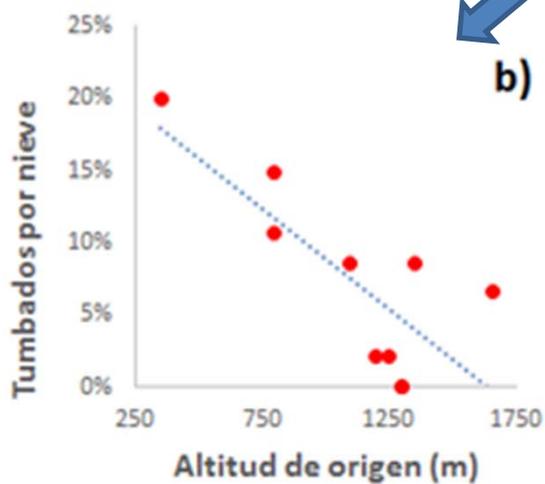
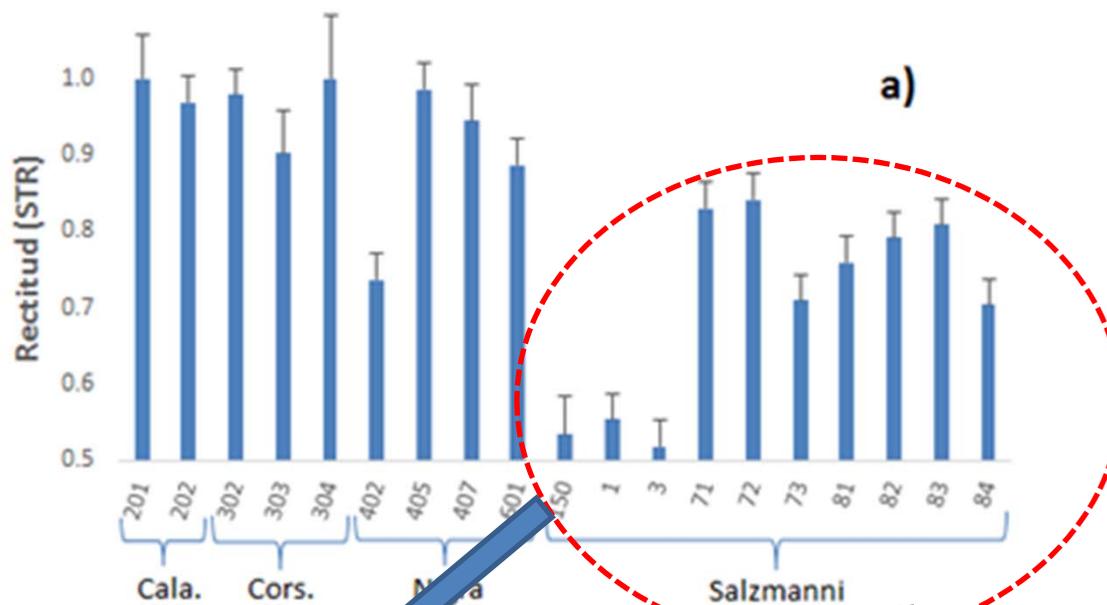
*Pinus nigra*



*Pinus nigra*

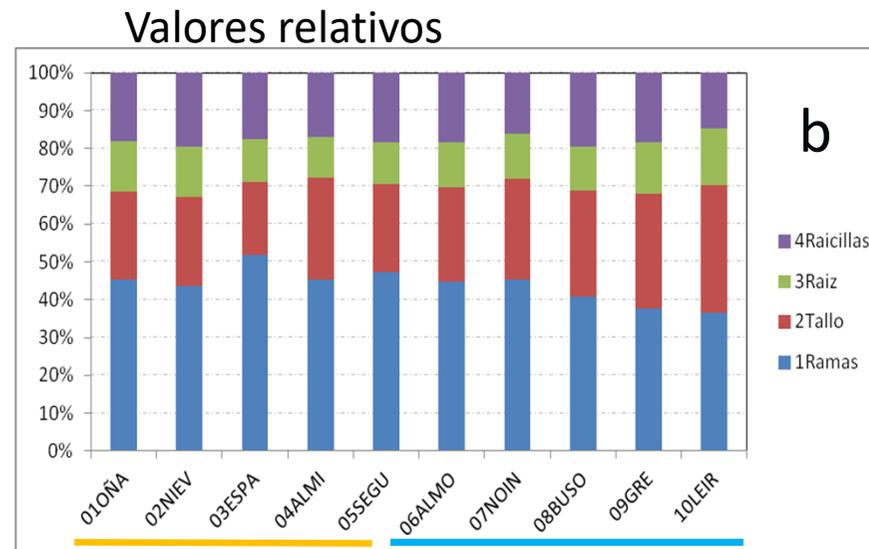
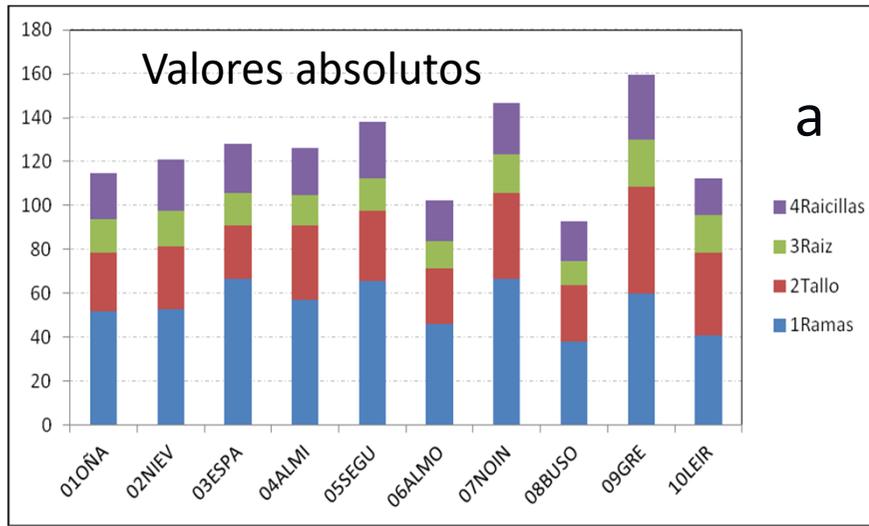


*Pinus nigra*



## Resultados

## *Pinus pinaster*



torcidas

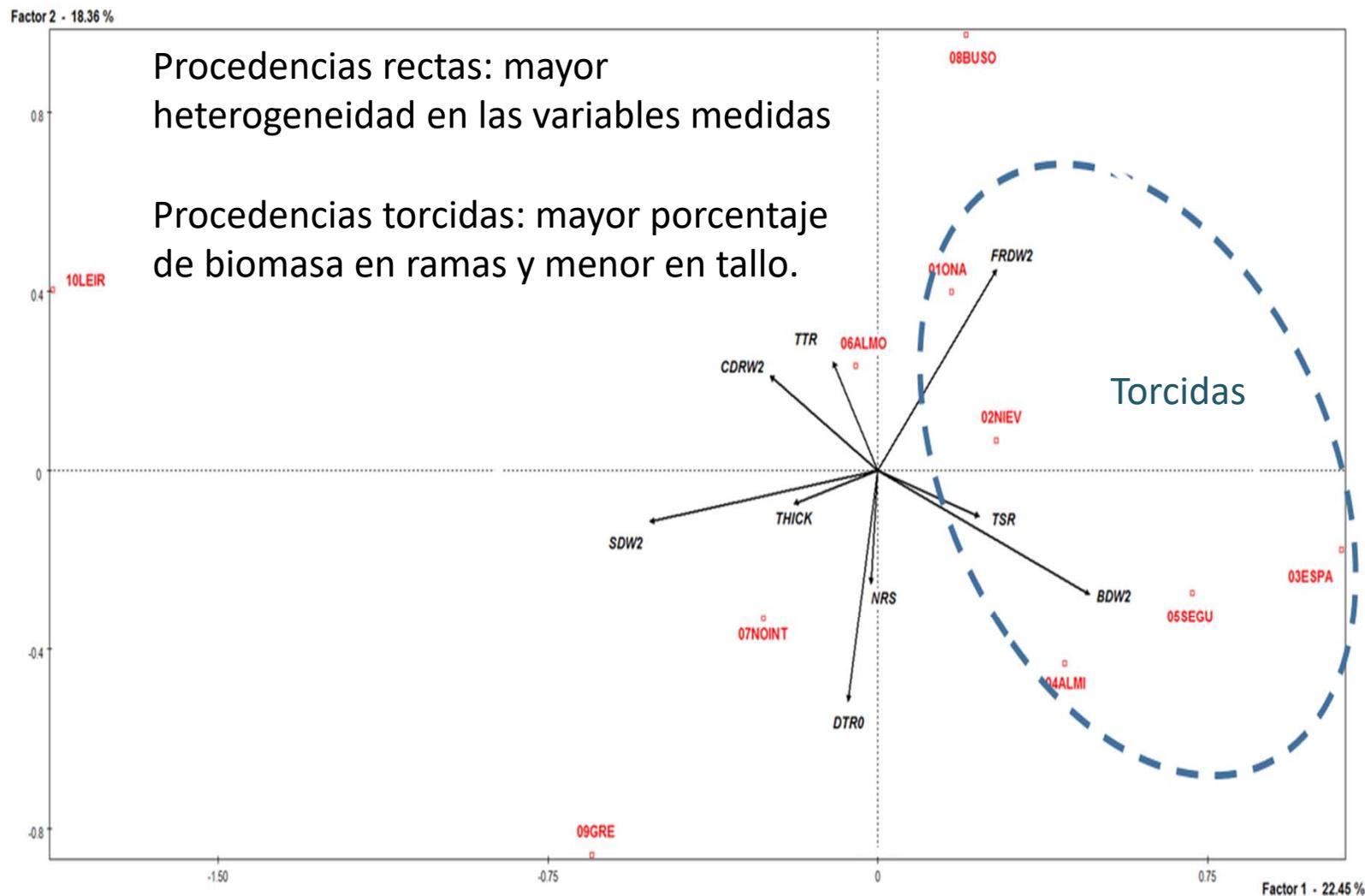
rectas

Fracciones:



Las procedencias rectas mostraron mayor asignación de biomasa al tallo, en detrimento de ramas y acículas

Sin diferencias sign. en raíces



## CONCLUSIONES

- La rectitud del fuste en *Pinus nigra* está ligada a estrategias de ciclo vital contrastadas, tanto entre subespecies como entre procedencias: procedencias más rectas muestran reproducción tardía, ramas delgadas (mayor asignación de biomasa al fuste principal) y mayor esbeltez.
- Entre procedencias de *salzmannii*, clara correlación entre altitud de origen de las procedencias y estrategia vital. Las procedencias de mayor altitud (fustes rectos y reproducción tardía), sufrieron menos daños por nieve.
- En *Pinus pinaster*, las procedencias rectas mostraron una mayor variabilidad en los caracteres biométricos estudiados que las procedencias torcidas, generando diversas estrategias para responder a los esfuerzos mecánicos: mayor asignación de biomasa al tronco respecto ramas y follaje, así como la posibilidad alternativa de reforzar la raíz principal o las de segundo orden.
- ¿Distintas presiones selectivas: nieve, viento, competencia?

## Agradecimientos

Trabajo de campo, laboratorio y otras colaboraciones:

F. del Caño, L. Mtez. Valcuende, E. Ballesteros, M.R. Chambel, S. Sansegundo, A. Calleja, F. Garrido, F. Lario y R. San Martín.

Esta investigación forma parte de los proyectos: FUTURPIN (AGL2015-68274-C3-1-R) y DEREPIN (AGL2007-62335/FOR).

### Contacto

[climent@inia.es](mailto:climent@inia.es)

[rsierra@pvs.uva.es](mailto:rsierra@pvs.uva.es)



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

## Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura



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