

Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* de Cataluña

Marcel Vilches Casals¹

Eduard Correal Mòdol¹, Jordi Voltas Velasco²

1. Institut Català de la Fusta (INCAFUST-CTFC). Parc Científic i Tecnològic de Lleida. Turó de Gardeny. Ed. H2 planta baixa. 25003, Lleida. Sede social: CTFC, Ctra. Sant Llorenç de Morunys, km 2. 25280, Solsona, Espanya.

2. Departamento de Producción vegetal y Ciencia Forestal. ETSEA. Universidad de Lleida. Avda. Rovira Roure, 191. 2198 Lleida.



incafust
institut català de la fusta

Introducción y objetivos

En el sector maderero es importante conocer las propiedades físicas y mecánicas de la madera de las diferentes especies forestales comercialmente maderables presentes en el territorio, con objeto de que éstas resulten más competitivas frente a la madera importada desde Europa. Esto nos ha llevado a caracterizar la madera de *Pinus radiata* y la de albura y duramen de *Pinus pinaster* de parte del territorio catalán para disponer de un mejor conocimiento de estas maderas, la cual cosa será útil para los usuarios de este material, pudiendo utilizar las especies propias de sus montes y así reducir la importación de maderas que tienen características similares a las de Cataluña.

Materiales y métodos

En el estudio se utilizaron 47 tablas de pino marítimo de $2,5 \times 15 \times 213$ cm, del municipio de Anglès y 20 tablas de pino radiata de sección $2,5 \times$ ancho del árbol $\times 250$ cm, del municipio de Santa Coloma de Farners. Los dos municipios pertenecen al área natural del Montseny donde las dos especies son más representativas en Catalunya. Las tablas de madera se secaron y se procesaron hasta obtener listones de sección 20×20 mm y longitud de 500 mm en dirección paralela a la fibra. Estos listones, libres de medula, con los anillos de crecimiento de pequeña curvatura, y sensiblemente perpendiculares a dos caras paralelas, se serraron a la longitud requerida para obtener las probetas de ensayos según las normas UNE sobre características físico-mecánicas de la madera. Antes de los ensayos, las probetas se condicionaron hasta que su contenido de humedad fue del 12%. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico básico para obtener el valor medio de cada propiedad y poder clasificar la madera según la norma UNE 56540:1978. También se realizó un análisis de la varianza para comparar las propiedades entre especies y un análisis de componentes principales con objeto de resumir las correlaciones existentes entre variables y las tendencias que presentan las observaciones de cada madera respecto a las propiedades físicas y mecánicas consideradas.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos muestran que la madera de pino radiata ha sido la más homogénea, mientras que la de duramen del pino marítimo ha resultado ser la más variable (Tabla 1). La madera de pino radiata y la de albura de pino marítimo presentan un alto grado de similitud, sobre todo en lo referente a las propiedades físicas, debido seguramente a que en la madera de pino radiata hay una mayor proporción de madera de albura que de duramen. Las propiedades estudiadas para las tres maderas de origen catalán no divergen excesivamente de otras coníferas españolas y catalanas que se utilizan habitualmente. Con el análisis de la varianza (Tabla 2) se determinó que, exceptuando el coeficiente de contracción volumétrica, las demás propiedades presentaron diferencias significativas entre la madera de pino radiata y la de albura y duramen de pino marítimo. Además, en este caso el duramen del pino marítimo aunque presenta una mayor densidad que la albura y el pino radiata, éste no tiene mejores propiedades mecánicas, al contrario de lo que recoge gran parte de bibliografía de tecnología de la madera y caracterización de especies, donde se afirma que hay una relación directamente proporcional entre la densidad y las propiedades mecánicas (KOLLMAN, 1959; REMACHA, 1986; MARIÑO et al., 2002; VIGNOTE y MARTÍNEZ, 2006; MARTINEZ y LAZARO, 2007). Con la ayuda del análisis discriminante (Figura 1) se ha observado que, las propiedades mecánicas ayudan a diferenciar la madera de pino radiata, ya que sus muestras se sitúan en torno a los vectores que definen tales propiedades. En cambio, la madera de duramen de pino marítimo se distingue mediante su mayor densidad, dureza e higroscopiedad. Finalmente, la contracción volumétrica es la propiedad que permite diferenciar la madera de albura del pino marítimo.

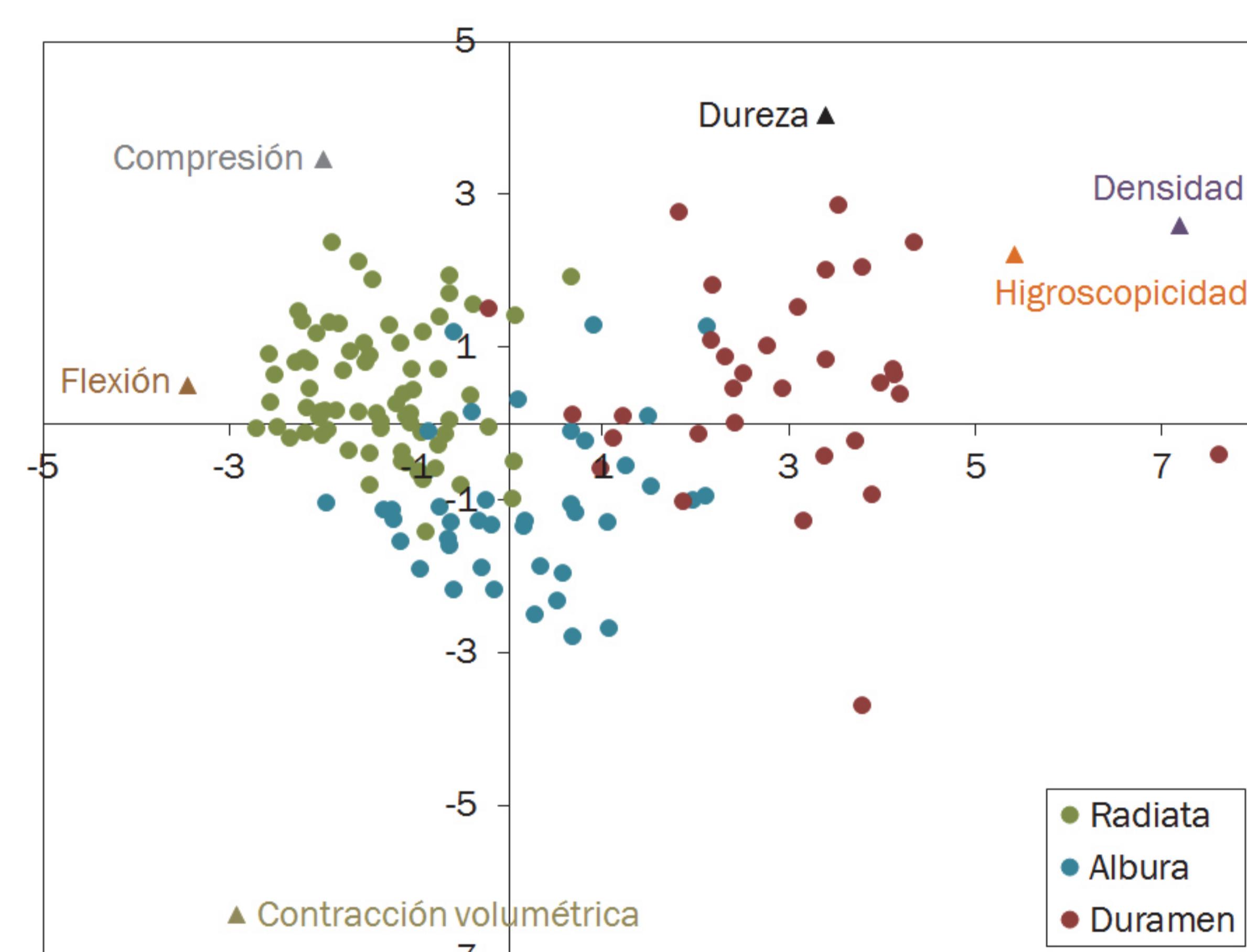


Figura 1. Análisis discriminante

Tabla 1. Valores medios, desviación típica y clasificación de cada propiedad para cada una de las maderas

Propiedades físico-mecánicas	Pinus pinaster						Pinus radiata		
	Albura			Duramen			X	S _{n-1}	Clasificación
	X	S _{n-1}	Clasificación	X	S _{n-1}	Clasificación			
Densidad (kg/m ³)	538,74	49,43	Semipesada	629,49	84,85	Pesada	523,18	29,39	Semipesada
Contracción volumétrica (%)	13,74	1,93	Media	11,02	1,44	Media	12,52	2,15	Media
Coeficiente Contracción Volumétrica (%)	0,39	0,060	Medianamente nerviosa	0,37	0,069	Medianamente nerviosa	0,38	0,066	Medianamente nerviosa
Higroscopiedad (kg/m ³)	0,0033	0,0004	Normal	0,0038	0,0005	Normal	0,0032	0,0004	Normal
Dureza (mm ⁻¹)	2,48	0,91	Semidura	3,31	1,37	Semidura	2,59	0,62	Semidura
Resistencia a compresión axial (kg/cm ²)	435,18	65,37	Media	445,69	90,66	Media	470,96	34,74	Alta
Resistencia a flexión estática (kg/cm ²)	871,81	148,70	Baja	812,90	208,54	Baja	916,97	63,79	Baja

Tabla 2. ANOVA entre la madera de pino radiata y albura y duramen del pino pinaster para cada propiedad evaluada

	GL	Densidad		Contracción Volumétrica		Coeficiente Cont. Vol.		Higroscopiedad		Dureza		Compresión		Flexión	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
Tipo de madera	2	129448,25	48,06**	65,35	17,17**	0,003	0,72	$3,8 \cdot 10^{-6}$	21,52**	5,71	11,21**	18395,64	5,11**	122454,58	6,91**
Radiata vs Pinaster	1	112478,46	41,76**	0,02	0,005	0,001	0,18	$3,1 \cdot 10^{-6}$	17,49**	0,94	1,84	34827,14	9,68**	183227,01	10,24**
Albura vs Duramen	1	3705,59	54,36**	130,67	34,33**	0,005	1,26	$4,5 \cdot 10^{-6}$	25,55**	10,48	20,57**	1964,14	0,55	61682,08	3,48
Error	141	2693,45		3,81		0,004		$2 \cdot 10^{-7}$		0,51		3596,77		17726,63	

** Diferencias estadísticamente significativas, con un nivel de significación del 5%

Conclusiones

La madera de *Pinus radiata*, a pesar de tener menor densidad, presenta mejores propiedades mecánicas que el duramen y albura de *Pinus pinaster*. En cambio, entre estas dos últimas no hay diferencias significativas de resistencia a flexión y compresión. Sin embargo, la madera de duramen del pino marítimo es más densa, dura e higroscópica, que las otras dos analizadas, y la albura tiene una contracción volumétrica superior. La madera de pino marítimo catalán, es más densa, higroscópica y dura que la del resto de España. En cambio, la de pino radiata es más densa, higroscópica, dura y más resistente a compresión axial y a flexión estática que la del territorio español. Con toda la información obtenida se podría afirmar que la madera de *Pinus radiata* y la de albura y duramen de *Pinus pinaster* de origen catalán puede ser transformada en procesos industriales análogos a los realizados en el resto de la península, para estas mismas especies, e incluso obtener productos de mayor calidad.

