



**Luis Ortiz Torres**

**UNIVERSIDADE DE VIGO**

# Estudio de caracterización de las biomasas forestales de interés energético existentes en el sur de Galicia y norte de Portugal

ACTIVIDAD 3 - LOGÍSTICA DEL APROVECHAMIENTO DE LA  
BIOMASA PARA FINES ENERGÉTICOS

**(RESUMEN PARA LA WEB SILVAPLUS)**



Unión Europea  
FEDER  
Invertimos en su futuro





# ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOMASAS FORESTALES DE INTERÉS ENERGÉTICO EXISTENTES EN EL SUR DE GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL.

## Resumen

### 1. PRESENTACIÓN

En el marco del proyecto de cooperación Silvaplus se elaboró un estudio sobre las características físico-químicas de las principales especies forestales de la euroregión con la finalidad de evaluar su interés como biomasa forestal para la producción de calor.

La biomasa se caracterizó de acuerdo a las normas UNE-CEN para el análisis de la biomasa: UNE-CEN/TS714775 para el contenido de cenizas, la UNE 164001 para el Poder Calorífico y análisis elemental según la norma UNE-EN 15104.

A efectos de una mejor lectura, las especies estudiadas se agruparon en función de su abundancia y representatividad en la zona de estudio. Dentro de esta clasificación se establecieron los siguientes niveles: especies forestales relevantes, especies forestales secundarias y especies arbustivas. De cada una de las especies se elaboró una ficha descriptiva

Por otra parte, se ha realizado una clasificación cualitativa relativa entre las diferentes especies y fracciones de biomasa estudiadas que indica su calidad para la combustión en caldera. Los criterios seguidos se muestran en la siguiente tabla.

**Criterios de calidad relativa de biomasa forestal primaria**

<b>EXCELENTE</b>	PClo > 21.000 Kj/Kg	<b>BUENA</b>	PClo > 19.000 Kj/Kg
	Cenizas % < 1%		Cenizas % <1.5%
<b>MUY BUENA</b>	PClo > 20.000 Kj/Kg	<b>REGULAR</b>	PClo > 18.000Kj/Kg
	Cenizas % < 1.5%		Cenizas % <2%

PClo: Poder calorífico inferior a 0% de humedad

En el presente resumen se indican algunas características de las especies estudiadas, se presenta una ficha ejemplo y se incluyen las conclusiones del estudio.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES ANALIZADAS

### 2.1. ESPECIES FORESTALES RELEVANTES

#### ***EUCALYPTUS GLOBULUS***

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill

Nombre vulgar: eucalipto blanco, eucalipto azul

Talla: hasta 60m

Regeneración: brotes de cepa, plantación

Uso habitual de la madera: celulosa, sierra

Otros usos: aceites, leñas, muebles

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno

#### ***PINUS RADIATA***

Nombre científico: *Pinus radiata*

Nombre vulgar: pino insigne, pino de Monterey

Talla: hasta 30m

Regeneración: por plantación o siembra

Uso habitual de la madera: sierra, celulosa

Otros usos: apeas, construcción, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** en la madera muy bueno, en ramas y cortezas problemas por elevado contenido en cenizas.

#### ***PINUS PINASTER***

Nombre científico: *Pinus pinaster* Ait

Nombre vulgar: pino negral, pino marítimo, pino del país, piñeiro bravo, piñeiro do país

Talla: hasta 20m

Regeneración: siembra o plantación

Uso habitual de la madera: sierra, resina

Otros usos: apeas, postes, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno para madera y relativamente bueno en ramas y cortezas por su elevado contenido en cenizas

#### ***QUERCUS ROBUR***

Nombre científico: *Quercus robur* L.

Nombre vulgar: roble, carballo

Talla: hasta 40m

Regeneración: Brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: muebles, construcción

Otros usos: carbón vegetal, leñas, paisajismo

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno en madera y bueno en ramas por elevado contenido en cenizas

## 2.2. ESPECIES FORESTALES SECUNDARIAS

### **ACACIA SPP**

Nombre científico: *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*

Nombre vulgar: acacia, mimosa

Talla: hasta 12m

Regeneración: brotes de cepa o raíz

Uso habitual de la madera: jardinería, fijación de terrenos

Otros usos: leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno

### **ACER PSEUDOPLATANUS**

Nombre científico: *Acer pseudoplatanus* L.

Nombre vulgar: arce

Talla: hasta 15m

Regeneración: brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: carpintería

Otros usos: ebanistería

**Grado de adecuación para su utilización energética:** regular debido a su excesivo contenido en cenizas

### **ALNUS GLUTINOSA**

Nombre científico: *Alnus glutinosa* L.

Nombre vulgar: aliso, ameneiro

Talla: hasta 20m

Regeneración: brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: carpintería, tornería

Otros usos: taninos de la corteza

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno

### **BETULA PENDULA**

Nombre científico: *Betula pendula* Rothm.

Nombre vulgar: abedul, bidueiro

Talla: hasta 30m

Regeneración: brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: construcción, carpintería, ebanistería

Otros usos: celulosa, carbón, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por bajo contenido en cenizas y elevado PC

### **CASTANEA SATIVA**

Nombre científico: *Castanea sativa* Mill.

Nombre vulgar: castaño

Talla: hasta 35m

Regeneración: plantación o brotes de cepa

Uso habitual de la madera: construcción, carpintería, ebanistería

Otros usos: frutos, ornamental

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno aunque con un relativamente bajo PC y contenido en cenizas elevado.

### ***EUCALYPTUS GRANDIS***

Nombre científico: *Eucalyptus grandis*

Nombre vulgar: eucalipto rosado

Talla: hasta 50m

Regeneración: brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: celulosa

Otros usos: carpintería, carbón vegetal

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno con cenizas y PC de tipo medio

### ***EUCALYPTUS NITENS***

Nombre científico: *Eucalyptus nitens*

Nombre vulgar: eucalipto brillante

Talla: hasta 60m

Regeneración: brotes de cepa, plantación

Uso habitual de la madera: celulosa

Otros usos: cultivos energéticos de corta rotación

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno con problemas en la corteza por elevado contenido en cenizas y bajo PC

### ***EUCALYPTUS OBLIQUA***

Nombre científico: *Eucalyptus obliqua*

Nombre vulgar: roble australiano

Talla: hasta 90m

Regeneración: brotes de cepa o plantación

Uso habitual de la madera: celulosa, construcción

Otros usos: muebles

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevado PC y bajo contenido en cenizas

### ***EUCALYPTUS VIMINALIS***

Nombre científico: *Eucalyptus viminalis*

Nombre vulgar: eucalipto de las cintas

Talla: hasta 50m

Regeneración: brotes de cepa

Uso habitual de la madera: celulosa

Otros usos: leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno con contenidos medios en cenizas y PC

### ***FRAXINUS ANGUSTIFOLIA***

Nombre científico: *Fraxinus angustifolia* Vahl.

Nombre vulgar: fresno, freixo

Talla: hasta 15m

Regeneración:

Uso habitual de la madera: carpintería, ebanistería

Otros usos: leña

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno con PC y cenizas de tipo intermedio

### **FAGUS SYLVATICA**

Nombre científico: *Fagus sylvatica* L.

Nombre vulgar: haya, faya

Talla: hasta 40m

Regeneración: brotes de cepa, siembra o plantación

Uso habitual de la madera: muebles, carpintería

Otros usos: leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno

### **PINUS SYLVESTRIS**

Nombre científico: *Pinus sylvestris* L.

Nombre vulgar: pino silvestre, pino albar

Talla: hasta 20 a 30m

Regeneración: plantación o siembra

Uso habitual de la madera: sierra, muebles

Otros usos: construcción, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevado PC

### **POPULUS**

Nombre científico: *Populus spp.*

Nombre vulgar: chopo, álamo

Talla: hasta 30m

Regeneración: brotes de cepa, plantación

Uso habitual de la madera: carpintería, ornamental

Otros usos: celulosa, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno con valores medios de cenizas y PC

### **PRUNUS AVIUM**

Nombre científico: *Prunus avium* L.

Nombre vulgar: cerezo silvestre, maroviña, guindo

Talla: hasta 25m

Regeneración: brotes de raíz o plantación

Uso habitual de la madera: tornería, tonelería

Otros usos: leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno

### **SALIX ATROCINEREA**

Nombre científico: *Salix atrocinerea* Brot.

Nombre vulgar: sauce, salgueiro

Talla: hasta 9m

Regeneración: brotes de cepa o raíz, plantación

Uso habitual de la madera: cestería, muebles

Otros usos: ambientales, paisajísticos

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno por contenido en cenizas y PC de tipo intermedio

## 2.3. ESPECIES ARBUSTIVAS

### **ARBUTUS UNEDO**

Nombre científico: *arbutus unedo L.*

Nombre vulgar: madroño, borrachín

Talla: hasta 5m

Uso habitual de la madera: tornería, ebanistería

Otros usos: leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevado poder calorífico

### **CYTISUS STRIATUS**

Nombre científico: *Cytisus striatus Hill.*

Nombre vulgar: xesta

Talla: hasta 3m

Uso habitual de la madera: leña

Otros usos:

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno

### **ERICA ARBOREA**

Nombre científico: *Erica arborea L.*

Nombre vulgar: brezo, urce branca

Talla: hasta 4 m como arbusto y hasta 20m como árbol

Uso habitual de la madera: tornería

Otros usos: carbón vegetal

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevadísimo poder calorífico y cenizas de tipo intermedio

### **HAKEA SERICEA**

Nombre científico: *Hakea sericea*

Nombre vulgar: hakea picante

Talla: hasta 7m

Uso habitual de la madera: construcción de sebes

Otros usos: invasora

**Grado de adecuación para su utilización energética:** bueno por elevado PC pero elevado contenido en cenizas

### **PTEROSPARTUM TRIDENTATUM**

Nombre científico: *Pterospartum tridentatum*

Nombre vulgar: carquesa, carqueixa

Talla: Hasta 4m

Uso habitual de la madera: Leña

Otros usos: medicinales



**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevado poder calorífico

***ULEX EUROPAEUS***

Nombre científico: *Ulex europaeus* L.

Nombre vulgar: tojo, toxo

Talla: hasta 5m

Uso habitual de la madera: leña

Otros usos: cama de ganado

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno por elevadísimo poder calorífico

### 3. ANÁLISIS DE BIOMASA DE PINUS PINASTER

**Referencia de la especie:**

Nombre científico: *Pinus pinaster Ait*

Nombre vulgar: pino negral, pino marítimo, pino del país, piñeiro bravo, piñeiro do país

Talla: hasta 20m

Regeneración: siembra o plantación

Uso habitual de la madera: sierra, resina

Otros usos: apeas, postes, leñas

**Grado de adecuación para su utilización energética:** muy bueno para madera y relativamente bueno en ramas y cortezas por su elevado contenido en cenizas.

FRACCIÓN		Análisis inmediato			Poder Calorífico Superior	Análisis elemental			
		% b. s.			(KJ/Kg)	% b. s.			
		C fijo	Volátiles	Cenizas	Hum= 0%	C	H	N	S
Madera tronco	Media	14,7	85,0	0,2	20.443	49,7	6,3	0,14	0,02
	Max.	15,3	85,6	0,3	21.006	50,3	6,6	0,21	0,02
	Mínimo	14,2	84,4	0,2	19.670	49,2	6,1	0,07	0,01
	Desv. est.	0,5	0,5	0,1	567	0,8	0,3	0,10	0,01
Corteza	Media	28,4	69,7	1,9	20.718	53,5	5,7	0,42	0,04
	Max.	30,8	72,4	2,3	20.898	54,8	6,0	0,50	0,05
	Mínimo	25,6	67,9	1,4	20.380	52,2	5,4	0,34	0,02
	Desv. est.	2,6	2,4	0,5	293	1,8	0,5	0,12	0,02
Restos (ramas + hojas)	Media	21,9	76,4	1,6	20.750	52,7	6,3	0,50	0,04
	Max.	32,0	86,1	5,3	22.857	58,5	7,3	3,02	0,33
	Mínimo	13,7	63,7	0,2	19.100	47,0	5,2	0,00	0,00
	Desv. est.	4,5	5,4	1,3	589	1,8	0,5	0,45	0,05

## 4. CONCLUSIONES

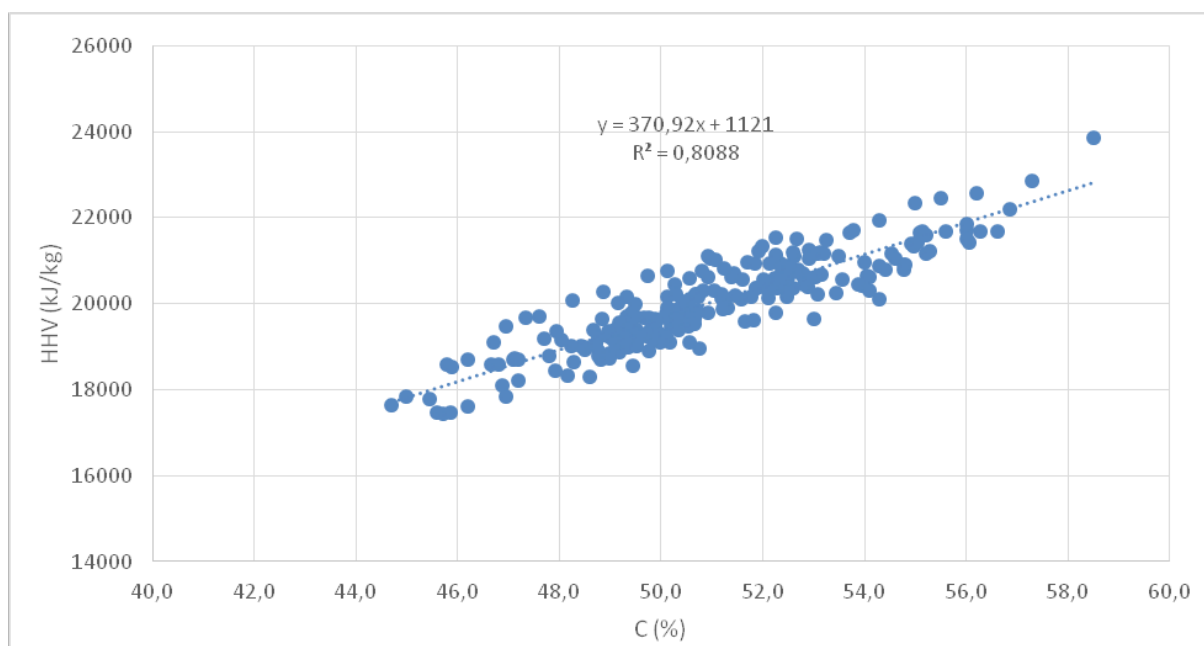
Las especies de frondosas, al presentar valores más bajos de C, en el rango de 45-50 %, presentan poderes caloríficos en el rango 18-19 MJ/kg, frente a valores de 20-21 MJ/kg observados en las especies de coníferas, con contenidos de C más elevados.

Las especies de matorrales presentaron los valores de C y poder calorífico más elevados.

Los valores de Nitrógeno y Azufre observados fueron bajos en todas las especies, sugiriendo un bajo riesgo de emisiones en la combustión de la biomasa leñosa.

Se observó para todas las especies estudiadas una relación lineal entre el porcentaje de carbono y el Poder Calorífico. Seguidamente, se representan gráficamente estas dos variables

**Figura 7. Relación del porcentaje de carbono (%C) y del poder calorífico (HHV) de las especies y matorrales gallegas estudiadas (n=254).**



Esta relación entre el poder calorífico y el contenido de carbono (%C) se explicó con el siguiente modelo lineal:

$$\text{Poder calorífico (KJ/kg)} = 370,92C + 1.121 ; R^2=0,8088$$

Las especies de frondosas mostraron valores más bajos de Carbono y de Poderes Caloríficos que las especies de coníferas.

La utilidad práctica de esta modelización consiste en poder realizar una determinación rápida del PC partiendo de datos de análisis elemental básico.

No obstante, aunque el poder calorífico en peso sea mayor en las coníferas debido a la presencia de ácidos resínicos, a nivel volumétrico la densidad energética de la biomasa procedente de frondosas es mayor que en el caso de las coníferas debido a que la mayor densidad de las primeras es mucho más significativa y relevante a nivel cuantitativo que las diferencias registradas en el PC.

Por ejemplo, mientras una madera de *Pinus spp.* suele superar los 20.000 Kj/kg de PC, las de *Eucalyptus spp* suelen rondar los 18 a 19.000 Kj/kg. Sin embargo, al ser la densidad de las maderas de pino en base seca de unos 500 Kg/m<sup>3</sup> y las de eucaliptos de unos 700 a 880 Kg/m<sup>3</sup>, el poder calorífico por unidad de volumen es sensiblemente superior en el caso de las frondosas duras.

Los restos que contienen determinadas proporciones de hojas, acículas, corteza, etc. presentan mayores concentraciones de cenizas, lo cual complica su empleo en combustión.

Los valores de Nitrógeno y Azufre observados fueron bajos en todas las especies, sugiriendo un bajo riesgo de emisiones en la combustión de la biomasa leñosa.