



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD

Ciemat

Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

JORNADA LIFE ENERBIOSCRUB BIOENERGIA

GESTIÓN SOSTENIBLE DE MASAS ARBUSTIVAS

*“Caracterización como combustible de la biomasa
de matorrales”*

Miguel José Fernández Llorente

*LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN DE BIOMASA
UNIDAD DE BIOMASA
CEDER-CIEMAT*

Soria, abril 2017





ÍNDICE

- **1.- Materiales y métodos.**
- **2.- Resultados del ANOVA.**
- **3.- Calidad de la biomasa.**

1.- Materiales y métodos.

Tabla 1: Ámbito de muestreo, especie principal y número de puntos de muestreo según zona de estudio

Zona de estudio	Código parcela demostrativa	Especie	Superficie parcial (ha)	Superficie total (ha)	Puntos de muestreo (nº)
Las Navas del Marqués	L1Z1	Genista cineranses	16.5	29	15
	L1Z2		12.3		15
CEDER (Soria)	L2Z1	Cistus laurifolius	34	55	10
	L2Z2		21		20
Fabero	L3Z1	Erica arborea	17	17	30
As Pontes	L4Z1	Ulex europaeus	4.8	13	30

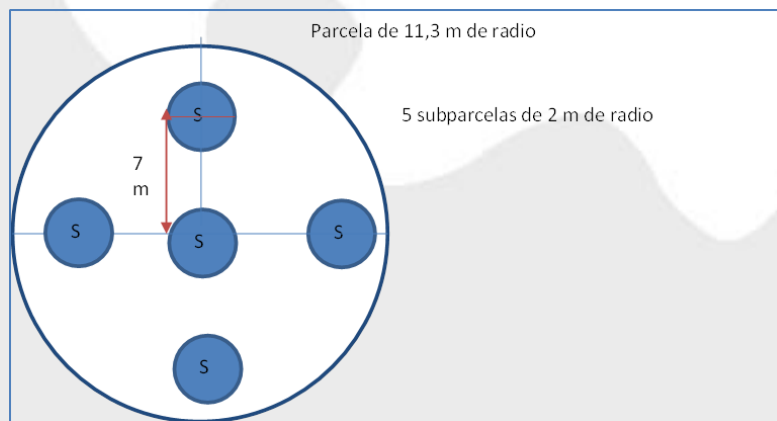


Figura 1: Diseño parcela de muestreo en las zonas de estudio de Las Navas del Marqués, Garray y Fabero



Figura 2: Desbroce, pesaje (dinamómetro digital) y toma de muestras (2-2.5 kg)

Se aplican las normas europeas de Biocombustibles sólidos de preparación y análisis





2.- Resultados del ANOVA.

- A. *A partir del análisis de varianza se obtiene que los niveles de significación inferiores son a 0.01 para la mayoría de las propiedades, indicando que la composición de la biomasa recolectada difiere significativamente en función de la zona considerada y por lo tanto en función de la especie arbustiva dominante.*
- B. *Para la mayoría de los parámetros (a excepción del Al, Fe, Mn, Ti, Cu y Zn), la variabilidad entre zonas es muy superior a la variabilidad que presentan las muestras que han sido recogidas en una misma localización.*

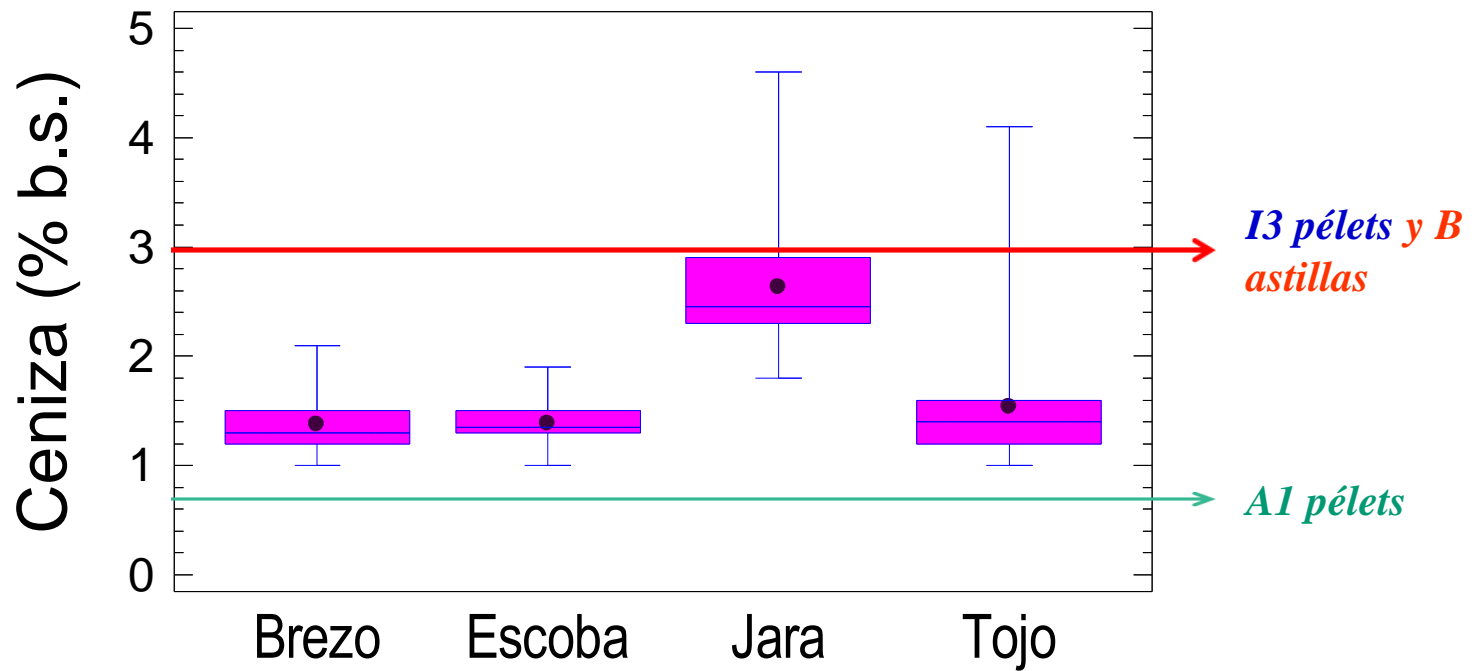


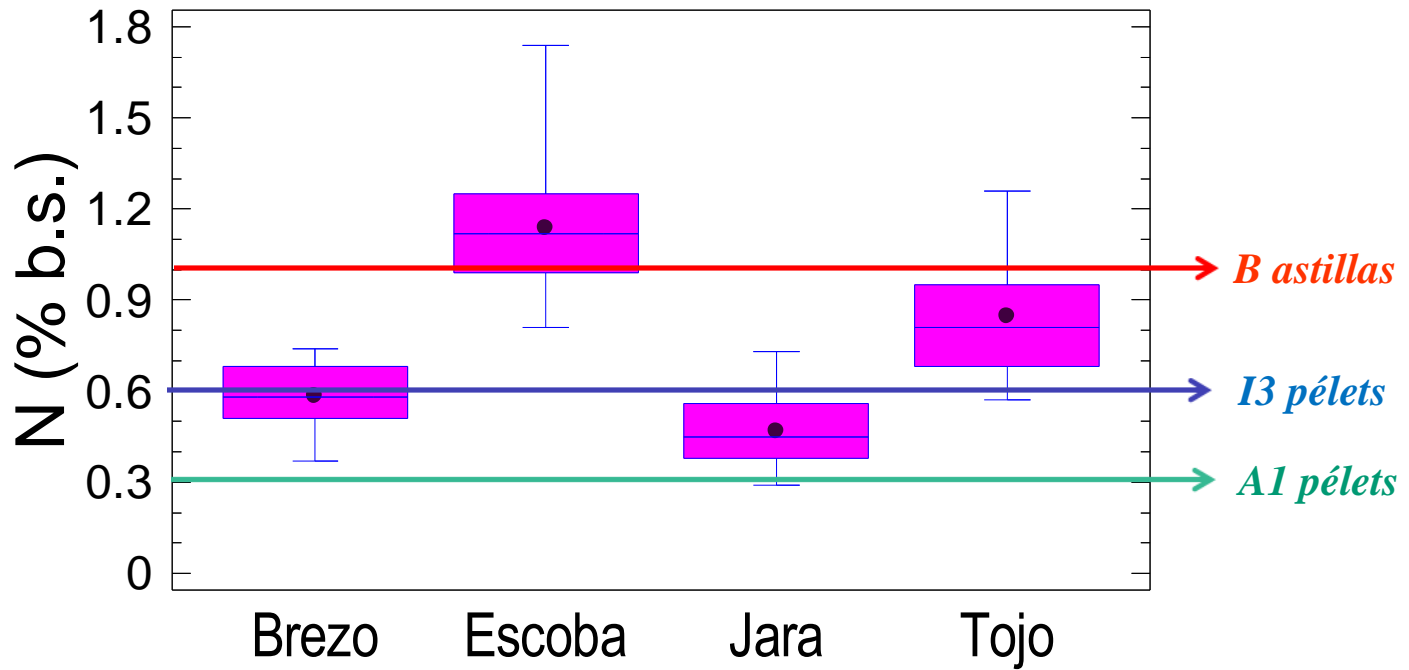
3.- Calidad de la biomasa.

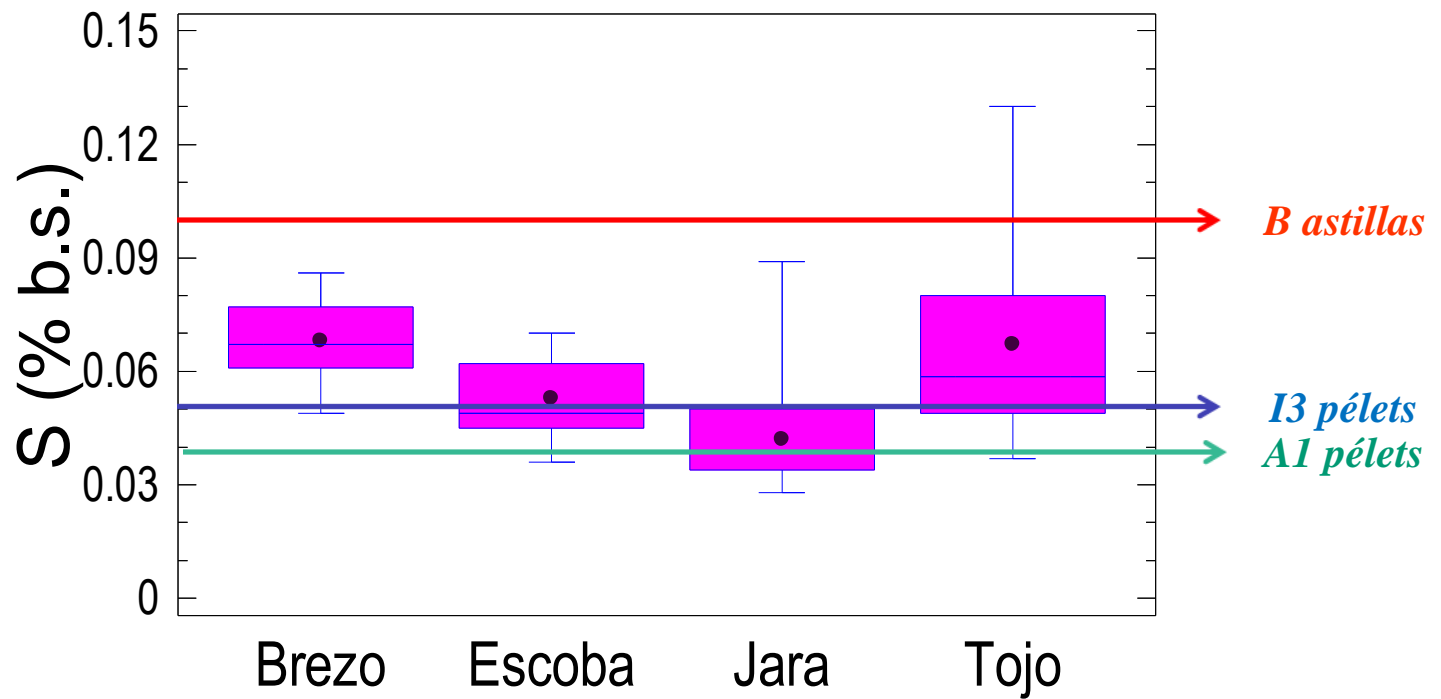
La calidad de la biomasa para producir calor y electricidad se valora considerando los resultados de sus ensayos mecánicos y análisis físicos y químicos.

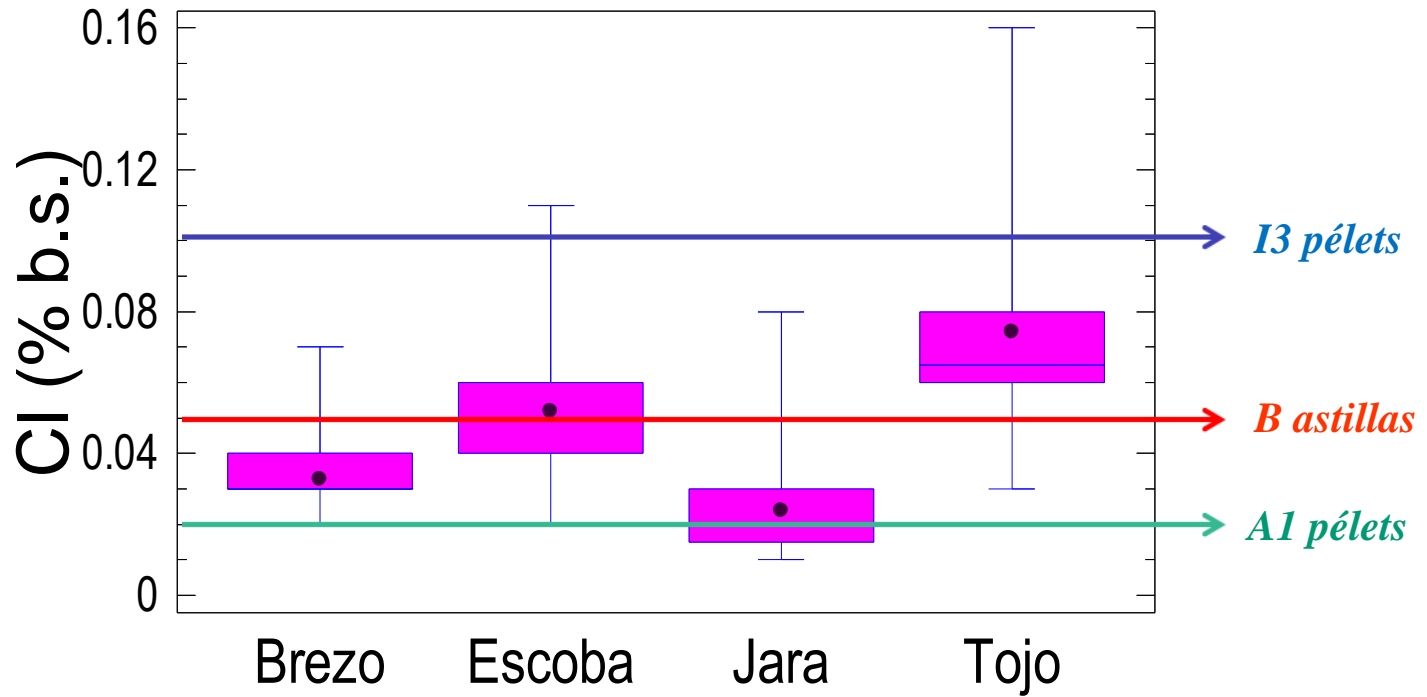
		Ceniza	Nitrógeno	Azufre	Cloro
		% b.s.	% b.s.	% b.s.	% b.s.
Pélets	A1	0.7	0.3	0.04	0.02
17225-2	A2	1.2	0.5	0.05	0.02
Doméstico	B	2.0	1.0	0.05	0.03
Pélets	I1	1.0	0.3	0.05	0.03
17225-2	I2	1.5	0.3	0.05	0.05
Industrial	I3	3.0	0.6	0.05	0.10
Astillas	A1	1.0	No aplica	No aplica	No aplica
17225-4	A2	1.5	No aplica	No aplica	No aplica
	B	3.0	1.0	0.10	0.05

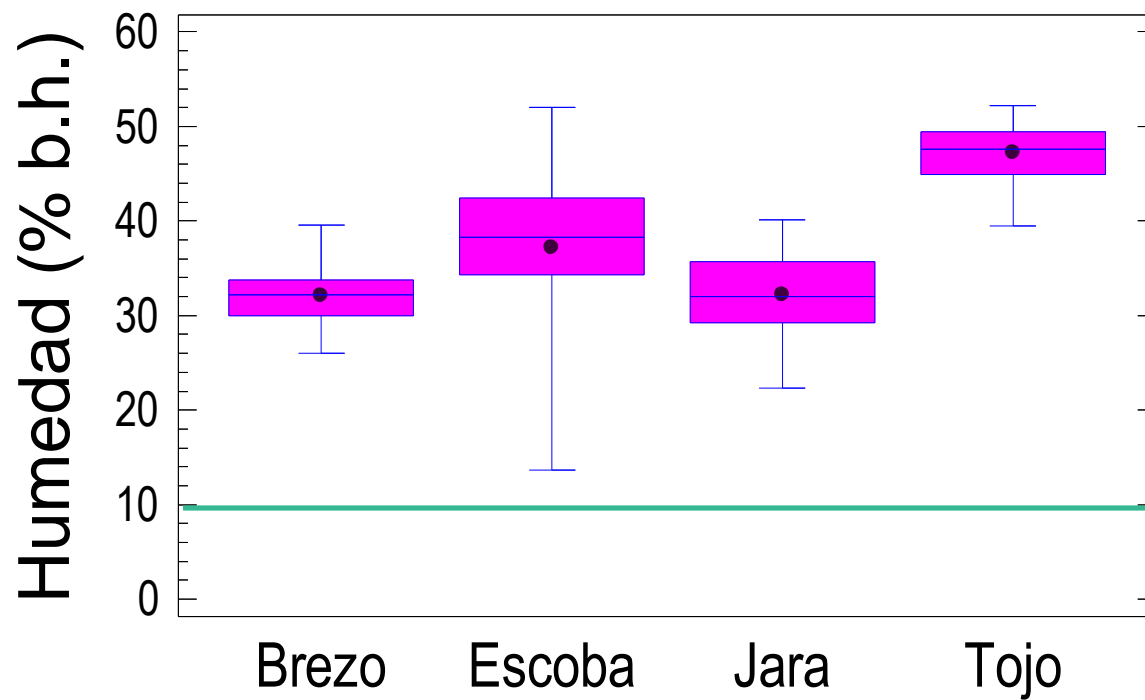
3.- Calidad de la biomasa.



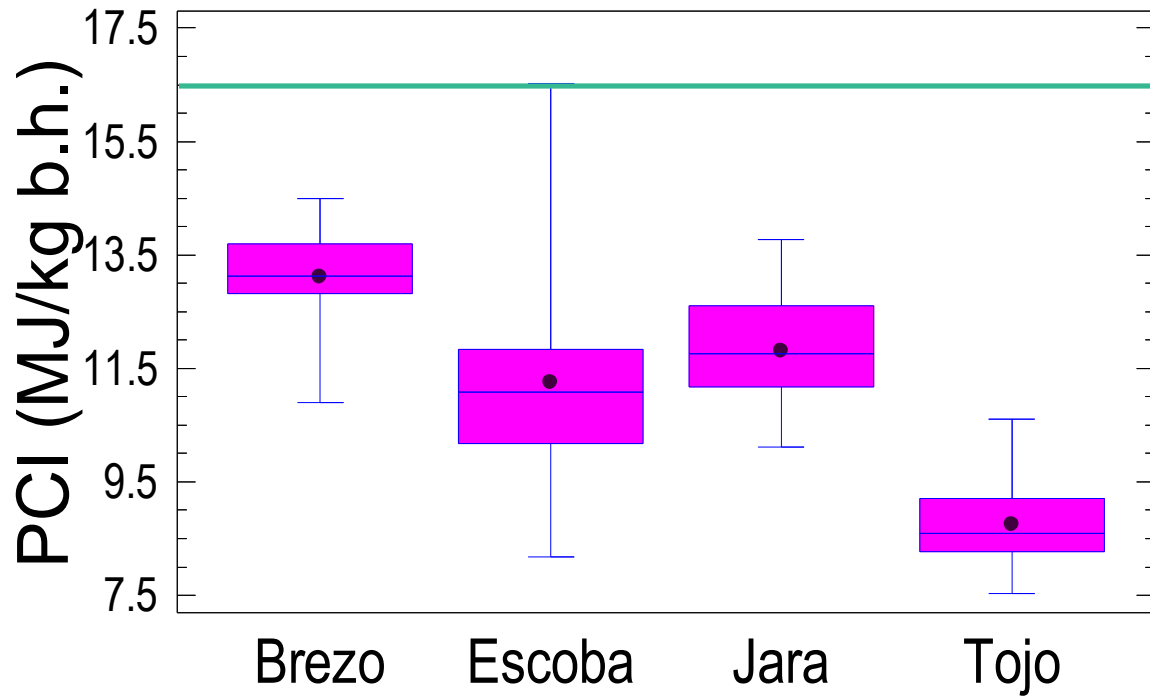




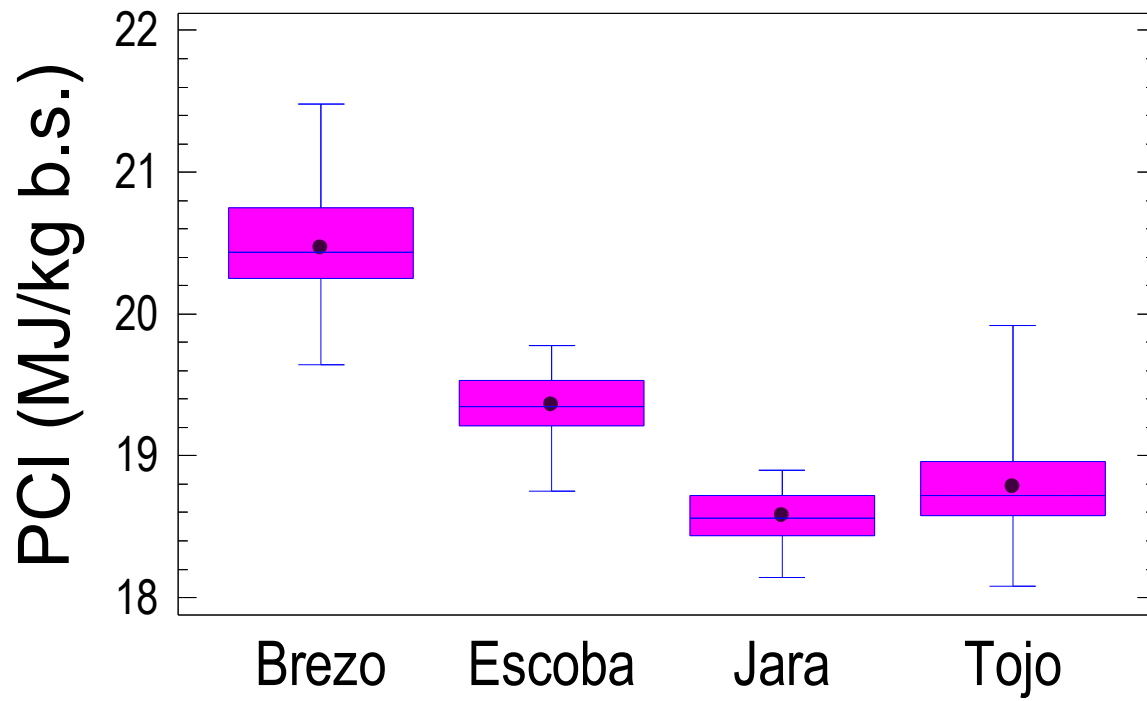




A1 y I3
pélets



*A1 y I3
pélets*



3.- Calidad de la biomasa.

Elementos traza.

		As mg kg ⁻¹	Cd mg kg ⁻¹	Cr mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Hg mg kg ⁻¹	Ni mg kg ⁻¹	Pb mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
Tojo	Media	< 0.1	< 0.1	< 1.0	8.1	0.005	2.1	< 0.1	14.2
	Min	< 0.1	< 0.1	< 1.0	1.7	0.001	1.0	< 0.1	6.9
	Max	0.3	0.9	3.2	145.3	0.030	4.1	4.2	40.7
Brezo	Media	< 0.1	< 0.1	< 1.0	3.2	0.013	4.6	0.4	10.8
	Min	< 0.1	< 0.1	< 1.0	2.2	0.008	1.1	0.2	6.0
	Max	0.0	0.2	48.4	5.6	0.029	33.3	0.7	17.0
Escoba	Media	< 0.1	< 0.1	< 1.0	3.3	0.007	< 0.1	< 0.1	19.3
	Min	< 0.1	< 0.1	< 1.0	1.8	0.004	< 0.1	< 0.1	10.0
	Max	0.1	0.2	< 1.0	7.1	0.011	2.4	1.8	35.4
Jara	Media	< 0.1	0.4	< 1.0	2.7	0.007	2.0	1.9	23.4
	Min	< 0.1	0.1	< 1.0	1.5	0.003	1.0	< 0.1	14.5
	Max	0.1	1.1	< 1.0	4.0	0.013	3.8	4.0	42.4
A1 class, ISO 17225-2		≤ 1	≤ 0.5	≤ 10	≤ 10	≤ 0.1	≤ 10	≤ 10	≤ 100
I3 class, ISO 17225-2		≤ 2	≤ 1.0	≤ 15	≤ 20	≤ 0.1		≤ 20	≤ 200
B class, ISO 17225-4		≤ 1	≤ 2.0	≤ 10	≤ 10	≤ 0.1	≤ 10	≤ 10	≤ 100

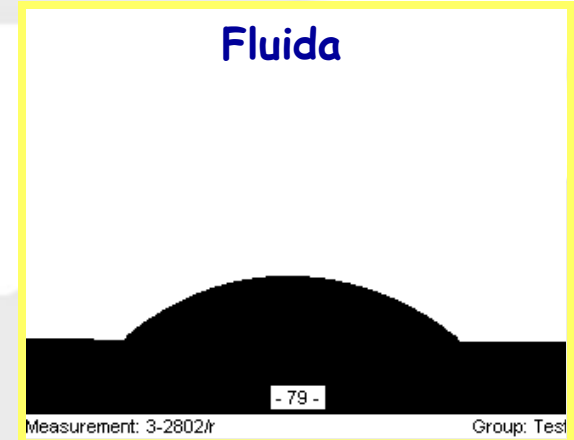
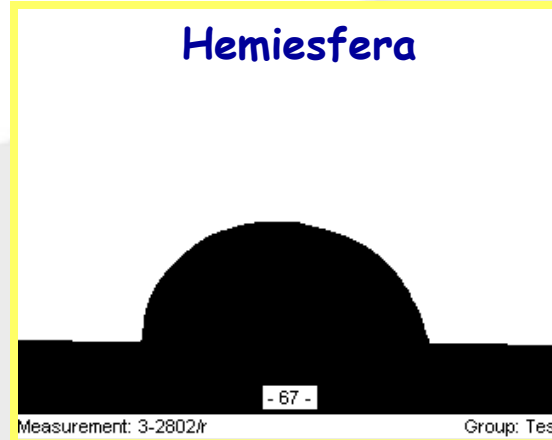
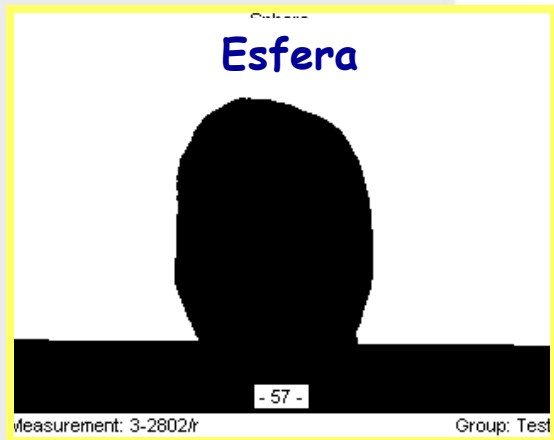
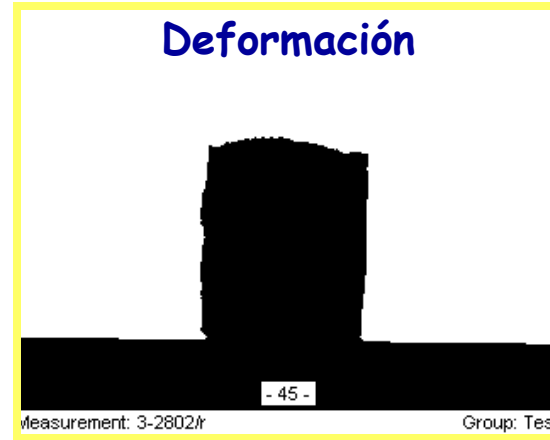


➤ **Método para la determinación del comportamiento de la fusión de la ceniza.** Parte 1: método de temperaturas características.



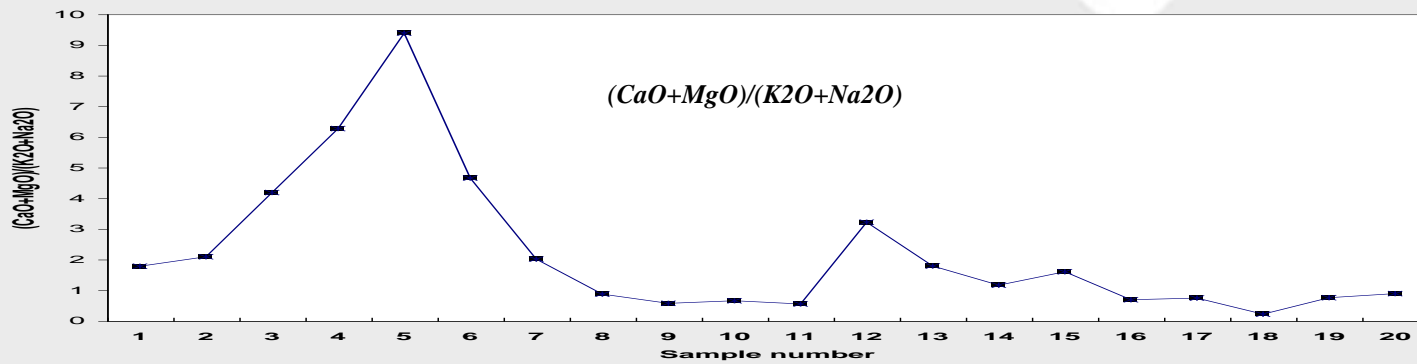
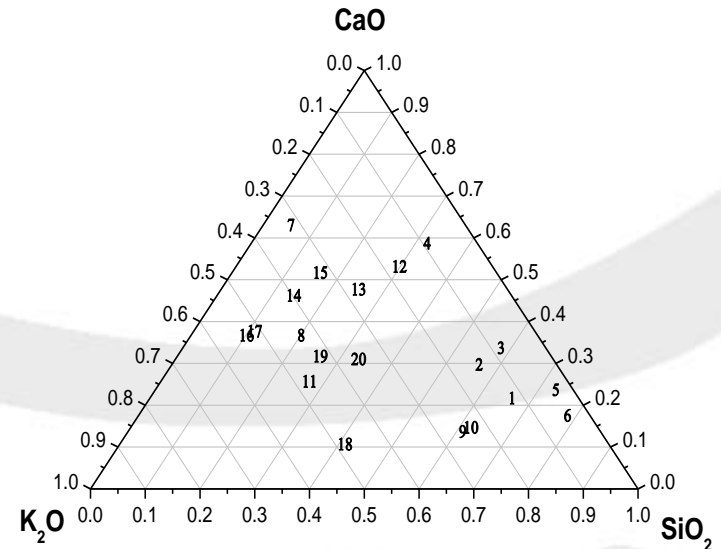
Microscopio de calefacción óptica





1) Comparing methods for *predicting* the sintering of biomass ash in combustion. FUEL (2005).

Sample Number	Biomass	Duration (h)	Comments Bed material	Comments Fouling tube
1	Pine	30	no agglomerated	no sinters
2	Eucalyptus I	30	no agglomerated	no sinters
3	Eucalyptus II	9	no agglomerated	no sinters
4	Cork	10	no agglomerated	no sinters
5	Rockrose	9	no agglomerated	no sinters
6	Olive tree pruning	10	no agglomerated	no sinters
7	Poplar	12	no agglomerated	no sinters
8	Sunflower	nt		
9	Wheat straw	nt		
10	Rice straw	nt		
11	Thistle I	10	totally agglomerated	hard sinters
12	Thistle II	11	no agglomerated	weak sinters
13	Thistle III	10	partially agglomerated	weak sinters
14	Brassica I	9	totally agglomerated	hard sinters
15	Brassica II	9	no agglomerated	no sinters
16	Almond shells I	nt		
17	Almond shells II	2	partially agglomerated	no sinters
18	Olive stonts	nt		
19	Alperujo	nt		
20	Orujillo	5	totally agglomerated	no sinters





3.- Calidad de la biomasa.

Ensayos de fusibilidad e índice predictivo.

		TD °C	TF °C	(CaO+MgO/ K₂O+Na₂O)
Tojo	Media	1010	> 1450	0.8
	Min	730	1070	0.4
	Max	> 1450	> 1450	1.0
Brezo	Media	> 1450	> 1450	2.1
	Min	1300	1390	1.1
	Max	> 1450	> 1450	3.0
Escoba	Media	1310	> 1450	0.9
	Min	1230	1300	0.7
	Max	> 1450	> 1450	1.3
Jara	Media	1330	> 1450	5.0
	Min	900	1240	3.0
	Max	> 1450	> 1450	8.6
A1 class, ISO 17225-2				
I3 class, ISO 17225-2				
B class, ISO 17225-4				



Contaminación por arena

Biomasa	Procedencia	Recolectada a mano	Recolectada con RETRABIO	Recolectada con RETRABIO	Recolectada con BIOBALER
		(biomasa aérea)	(muestra de la pila)	(muestra del camión)	(muestras de las pacas)
		̄	̄	̄	̄
Escoba	Las Navas	1.39	n.d.	n.d.	1.31
Jara	SORIA	2.65	n.d.	n.d.	2.93
Jara	SORIA				4.72
Escoba y Brezo	Figueruela	1.70	1.82	1.57	1.40
Brezo	Fabero	1.40	1.83	15.0	n.d.
Tojo	As Pontes escombrera	1.55	2.05	4.22	n.d.
Tojo	As Pontes INVIED		2.00		1.6
Tojo	Merlan (Lugo)				1.6



Conclusiones

- *La variabilidad entre zonas es muy superior a la variabilidad que presentan las muestras que han sido recogidas en una misma localización.*
- *El azufre puede ser limitante si se pretende el uso de estas biomásas arbustivas en forma de pélets en el sector residencial e industrial, ya que sus concentraciones se sitúan en el límite de las especificaciones de la norma ISO 17225-2 (clases B e I3 limitadas a 0.05%). Sin embargo, si su uso fuese en forma de astilla, el contenido máximo de azufre, según la norma ISO 17225-4 para astillas de madera en su clase B es de 0.1%.*
- *El nitrógeno puede ser limitante en la escoba considerando ambas normas ISO 17225-2 e ISO 17225-4 de pélets y astillas, respectivamente.*
- *El cloro puede ser limitante en la escoba y en el tojo considerando la norma ISO 17225-4 de astillas (0.05%). No obstante cumple el 0.1% establecido para pélets de madera de uso industrial.*
- *En cuanto al comportamiento a la fusión de las cenizas, los ensayos de laboratorio no prevén problemas de sinterización para la jara y en menor medida para el brezo. Sin embargo, se prevén problemas para la escoba y el tojo.*

*Gracias por
su atención*

