



AYUNTAMIENTO DE CUÉLLAR

XV Jornada técnica sobre Biomasa “Biomasa y el Plan Nacional de Calidad del Aire”

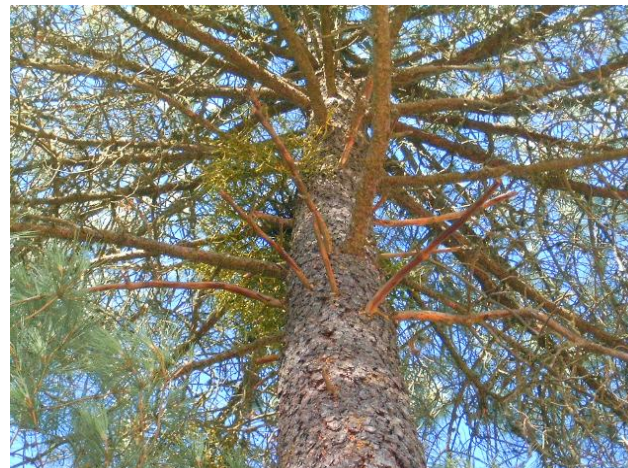
Cuéllar (Segovia), 9 de mayo de 2014



Dr. Gregorio Antolín Giraldo
Director Área de Biocombustibles de Fundación CARTIF

ÍNDICE

- **BIOMASA Y CO₂.**
- **BIOMASA Y O₂.**
- **EL BIOCHAR : CAPTURA DE CO₂ A BAJO COSTE.**
- **BIOMASA Y REDUCCIÓN DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.**
- **BIOMASA Y EMISIÓN DE PARTÍCULAS A LA ATMÓSFERA.**



BIOMASA Y CO₂

La Biomasa total de una planta permite conocer la cantidad de CO₂ que ha fijado.

La relación del peso molecular del CO₂ y del peso atómico del C (44/12 = 3,67), sirve para estimar la masa de CO₂ equivalente fijada a partir de la cantidad de C presente en la Biomasa de la planta.

La ecuación será: $\ln b = \alpha + \beta \times \ln d$

b = Biomasa seca total o de componentes de la planta.

d = Diámetro normal de la planta.

α , β = Parámetros estimados para el modelo.

%C contenido en la materia seca de especies forestales (Montero, G. *et al.* "Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles". Monografías INIA. Serie Forestal 2005).

Especie	% C	Especie	% Co
<i>Abies alba</i> Mill.	50,6	<i>Pinus uncinata</i> Mill.	50,9
<i>Eucalyptus</i> spp.	47,5	<i>Populus x euramericana</i> (Dod) Guinier	48,3
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	49,9	<i>Quercus canariensis</i> Willd.	48,6
<i>Pinus nigra</i> Arn.	50,9	<i>Quercus faginea</i> Lamk.	48,0
<i>Pinus pinaster</i> Ait.	51,1	<i>Quecus ilex</i> L.	47,5
<i>Pinus pinea</i> L.	50,8	<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	47,5
<i>Pinus radiata</i> D. Don	49,9	<i>Quercus suber</i> L.	47,2

BIOMASA Y CO₂

Balance global (toneladas) en Castilla y León para *Populus x euramericana* (Dode) Guinier

	Biomasa aérea						Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Acículas	Total aérea		
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm				
BIOMASA TOTAL (1990)	1.346.725	120.894	171.523	144.669	53.936	1.837.746	573.304	2.411.051
INC. ANUAL BIOMASA	439.904	32.679	56.220	43.369	16.127	588.300	184.104	772.404
CO ₂ FIJADO TOTAL (1990)	2.387.218	214.298	304.043	256.442	95.607	3.257.607	1.016.245	4.273.852
INC. CO ₂ FIJADO ANUAL	779.778	57.928	99.656	76.877	28.588	1.042.826	326.345	1.369.171
EXTRACCIONES ANUALES	185.919	16.690	23.679	19.972	7.446	253.706	79.146	332.853
CO ₂ FIJADO EN 2004	10.701.242	791.626	1.367.714	1.053.113	391.589	14.305.285	4.477.021	18.782.305



Parte aérea 76,0%

Parte radical 24,0%

Populus x euramericana (Dode) Guinier



Parte aérea 77,9%

Parte radical 22,1%

Pinus pinaster Ait.

Balance global (toneladas) en Castilla y León para *Pinus pinaster* Ait.

	Biomasa aérea					Biomasa radical	Biomasa total
	Fuste	Ramas			Total aérea		
		R > 7 cm	R 2-7 cm	R < 2 cm			
BIOMASA TOTAL (1990)	14.266.648	78.057	942.236	2.527.068	17.814.009	5.077.728	22.891.737
INC. ANUAL BIOMASA	596.716	4.560	66.718	99.988	767.983	214.036	982.020
CO ₂ FIJADO TOTAL (1990)	26.755.243	146.386	1.767.040	4.739.188	33.407.858	9.522.619	42.930.476
INC. CO ₂ FIJADO ANUAL	1.119.064	8.552	125.121	187.515	1.440.253	401.397	1.841.650
EXTRACCIONES ANUALES	357.809	1.958	23.631	63.379	446.777	127.350	574.127
CO ₂ FIJADO EN 2004	37.412.820	238.707	3.187.900	6.477.096	47.316.524	13.359.283	60.675.807

CULTIVOS DE BIOMASA Y CO₂

Valores modulares de %C y fijación de CO₂ de las fracciones del **Tomate** (Carvajal, M.G. 2010)

TOMATE	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	134	22,5	83,23	38,96	17,5	0,2	8,8	32,3
Tallo	1.434	296,8	79,30	40,36	240	2,4	120	440
Hojas	866	169,7	80,40	40,99	139	1,4	69,6	255
Fruto	3.394	510,8	84,95	46,05	470,4	4,7	235,2	862
Total	5.827	1.000			867	8,7	433	1.590

Densidad de plantación: 2 plantas m⁻²

Valores modulares de %C y fijación de CO₂ de las fracciones del **Pimiento** (Carvajal, M.G. 2010)

PIMIENTO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	53,4	30,3	43,23	43,15	28,8	0,3	13,1	48,0
Tallo	458	269,1	41,24	40,82	241,7	2,4	109,8	402,6
Hojas	519	305,6	41,12	31,14	209	2,1	95,2	349,1
Fruto	683	135	80,25	46,34	137,5	1,4	62,5	229,2
Total	1.713	740			617	6	281	1.029

Carvajal, M. G. *et al.* "Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos" CSIC. 2010

CULTIVOS DE BIOMASA Y CO₂

Valores modulares de %C y fijación de CO₂ de las fracciones de la **Cebada** (Carvajal, M.G. 2010)

CEBADA	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	2,1	0,9	53,63	27,65	24,9	0,2	0,2	0,7
Parte aérea	61,8	7,9	87,29	42,73	300	3,0	3	12,3
Total	63,9	8,8			325	3,2	3,6	13,0

Densidad de plantación: 100 plantas/m²

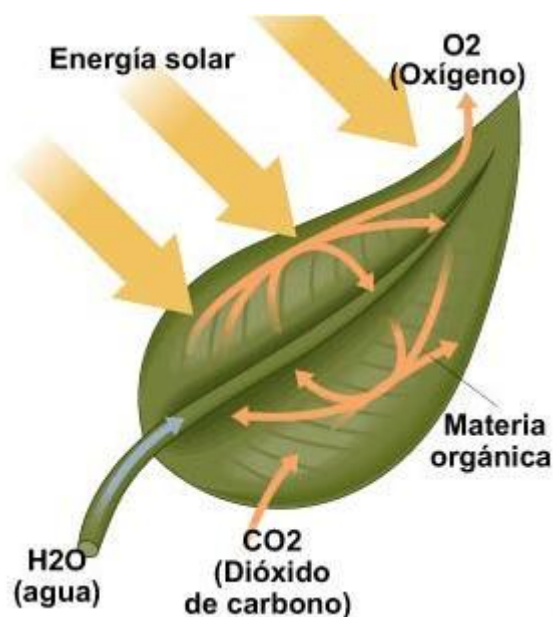
Valores modulares de %C y fijación de CO₂ de las fracciones del **Trigo** (Carvajal, M.G. 2010)

TRIGO	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta ⁻¹)	(g planta ⁻¹)	%	(% Peso seco)	(g m ⁻² año ⁻¹)	(T ha ⁻¹ año ⁻¹)	g C Planta ⁻¹	g CO ₂ Planta ⁻¹
Raíz	1,5	0,7	49,80	26,54	23,2	0,2	0,2	0,7
Parte aérea	16,8	6,7	60,23	42,26	354	3,5	2,8	10,3
Total	18,3	7,4			377,2	3,8	3,0	11,0

Carvajal, M. G. *et al.* "Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos" CSIC. 2010

BIOMASA Y O₂

Se define Fotosíntesis al proceso físico-químico por el que las plantas, algas y bacterias fotosintéticas utilizan la energía de la luz solar para sintetizar compuestos orgánicos. En las plantas el proceso conlleva la liberación de O₂ (fotosíntesis oxigénica).



Esquema del proceso de la fotosíntesis en una hoja

El O₂ es liberado a la atmósfera a través de las hojas de la planta. En promedio, una hoja produce alrededor de **5 mm³ O₂/h**. Las plantas que tienen más hojas producen más O₂ que las que tienen menos hojas.

BIOMASA Y O₂

Se calcula que una persona media necesita alrededor de **130 m³ O₂/año**. Un árbol genera unos **273 m³ O₂/año**. Aunque en lugares áridos, esta producción de O₂ es mucho menor; por ejemplo un cultivo de zonas áridas/semiáridas genera apenas **6 m³ O₂/año**.

La producción de O₂ de los distintos cultivos y especies vegetales variará con algunos factores fitoclimáticos (humedad, temperatura, suelos, etc.) y fisiológicos (funcionamiento de órganos y tejidos vegetales).



Plantación de cultivos energéticos forestales de corta rotación (chopo). Proyecto INNPACTO BIOSELENER

EL BIOCHAR: CAPTURA DE CO₂ A BAJO COSTE

El carbón vegetal (BIOCHAR) es un material sólido rico en C, generado a través del calentamiento de biomasa en un entorno pobre de oxígeno (pirólisis) en el que se libera la materia volátil de la Biomasa.

Dependiendo del cultivo (agrícola o forestal) y de la especie vegetal, la biomasa aérea de las plantas llega a ser 2/3 de su masa total. El resto queda enterrado en el suelo, realizándose de esta forma una captura del CO₂ indirecta y de bajo coste.



BIOCHAR generado por pirólisis o torrefacción



Fertilización con BIOCHAR

También el BIOCHAR derivado de los procesos de pirólisis o torrefacción, puede ser empleado como Biofertilizante, contribuyendo a aumentar la cantidad de planta incorporada al suelo y, por lo tanto, el %CO₂ capturado y fijado en el suelo.

Mediante este procedimiento, de mejora del terreno de cultivo, se incorporaría al suelo entre el 40 o 45% de la masa total de la planta.

BIOMASA Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.



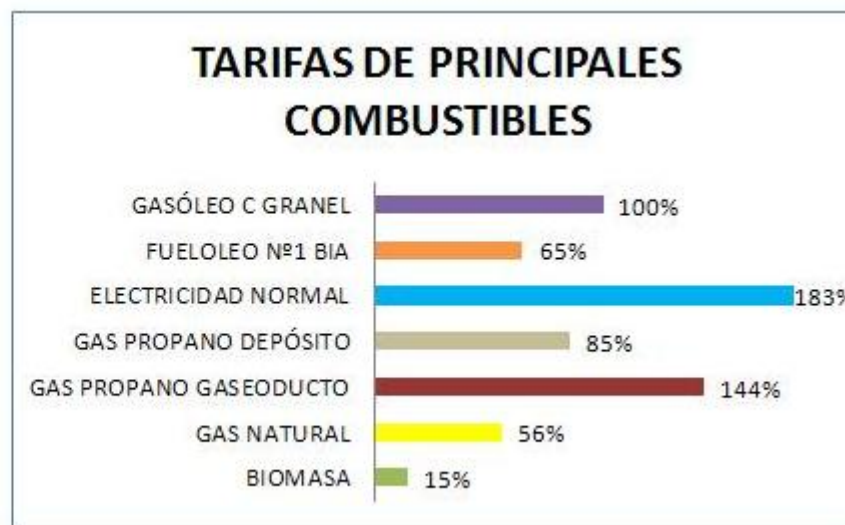
De cualquier forma, el uso de la Biomasa, como fuente de energía, reduce la concentración del CO₂ en la atmósfera, frena el efecto invernadero y, además:

- ✓ Previene los incendios forestales.
- ✓ Fija el suelo, atrae las lluvias y la biodiversidad.
- ✓ Reduce el uso de combustibles fósiles (2,5 kg biomasa = 1 kg petróleo).
- ✓ Reduce costes energía: Menor precio + Ayudas del Programa Clima (7 euros/t CO₂ evitada).
- ✓ Crea empleo (10 veces más que las fuentes fósiles de energía).
- ✓ Puede aportar madera.

BIOMASA Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

El uso de biomasa reduce el coste del consumo energético en hogares e industrias del país.

COMBUSTIBLE	€/termia
GASÓLEO C GRANEL	0,0746
FUELOLEO Nº1 BIA	0,0482
ELECTRICIDAD NORMAL	0,1367
GAS PROPANO DEPÓSITO	0,0635
GAS PROPANO GASEODUCTO	0,1073
GAS NATURAL	0,0415
BIOMASA	0,0110



Esquema comparativo de las tarifas de los principales combustibles empleados en España

BIOMASA Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.

El uso de biomasa es un generador activo de empleo frente a otras fuentes fósiles de energía.

	Empleo directo	Coficiente	Empleo indirecto
Eólico	30.651	0,8	24.521
Solar fotovoltaico	19.552	0,45	8.798
Solar térmico	6.757	0,45	3.041
Actividades comunes a todos los subsectores	4.263	0,65	2.714
Biomasa	3.191	0,88	2.808
Hidráulica y mini hidráulica	1.078	0,45	485
Biocarburantes	964	1,025	988
Biogás	664	1,025	681
Solar termoeléctrico	511	0,6	307
Geotermia	415	0,39	162
Aerotermia (bomba de calor)	184	0,45	83
Mini Eólico	165	0,8	132
Mareomotriz	74	0,52	38
TOTAL	68.469		44.758

Fuente: ISTAS. 2010

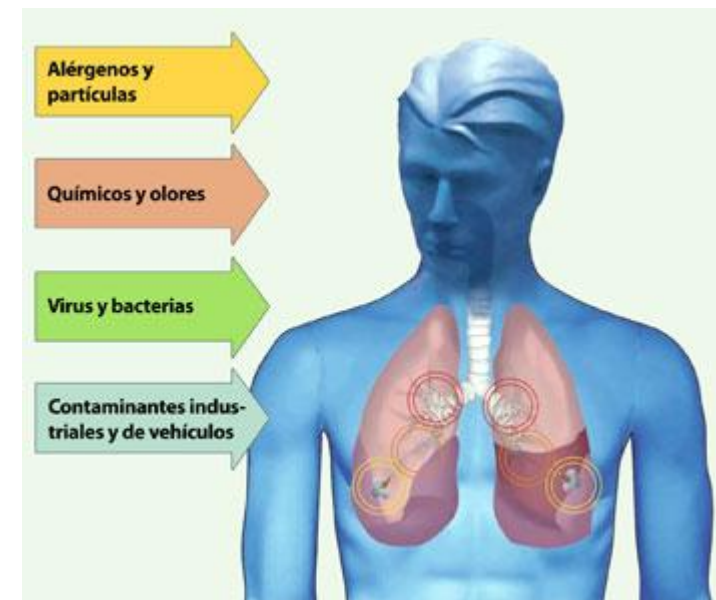
* Este coeficiente se ha establecido según las estimaciones de empleo directo e indirecto del la Asociación de Productores de Energías Renovables

BIOMASA Y EMISIÓN DE PARTÍCULAS A LA ATMÓSFERA.

Los principales contaminantes atmosféricos de origen antropogénico, en la Europa más desarrollada, son las partículas en suspensión, el NOx y el O3 troposférico.

En España, un factor que contribuye notablemente a la contaminación por partículas es el aumento del vehículos diésel.

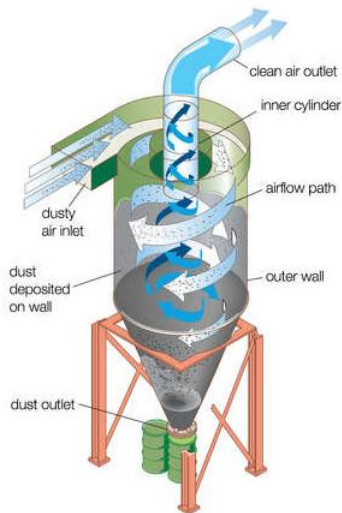
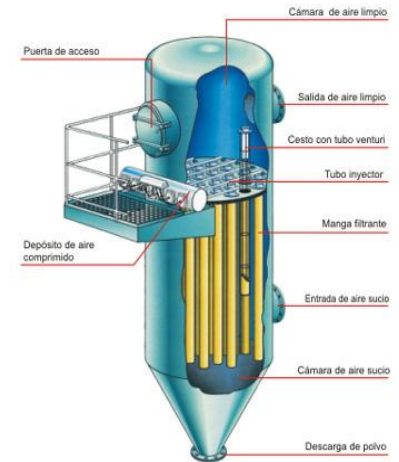
La contaminación por partículas tiene una fuerte incidencia en la salud humana, especialmente en las alergias y en las enfermedades respiratorias. El hecho de que los máximos niveles de contaminación por partículas en suspensión se den en las ciudades, hace que también afecte a mayor número de personas.



Principales afecciones respiratorias en el ser humano

BIOMASA Y EMISIÓN DE PARTÍCULAS A LA ATMÓSFERA

En lo que al empleo energético de biomasa agroforestal se refiere, la problemática de la emisión a la atmósfera de partículas en suspensión junto con los humos de combustión, puede solventarse mediante el empleo de ciclones y multiciclones que permiten el reciclado de cenizas; filtros de mangas, filtros electrostáticos y otros sistemas (p.e. sistemas FIG). Estos sistemas de filtración basan su funcionamiento en distintos métodos de filtrado:



- Filtración a través de membranas de distinto tamaño de poro.
- Filtración mediante el empleo de fuerzas centrífugas.
- Filtración mediante cámaras ciclónicas.



Gracias por su atención



Dr. Gregorio Antolín Giraldo
Director Área de Biocombustibles de Fundación CARTIF