

**CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE LA NUEVA CULTURA DEL  
APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA Y DE LA FRACCIÓN  
ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES**

**Vitoria-Gasteiz, 9 y 10 de mayo de 2006**



***"ASPECTOS AMBIENTALES EN LA OBTENCIÓN Y USO DE  
LA BIOMASA PRIMARIA Y LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS"***

Estrada de Luis, Inés Belén

Morán Palao, Antonio

Gómez Palacios, José María



**Biomasa Peninsular**

# **"ASPECTOS AMBIENTALES EN LA OBTENCIÓN Y USO DE LA BIOMASA PRIMARIA Y LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS"**

Estrada de Luis, Inés Belén .- Biomasa Peninsular  
Morán Palao, Antonio .- IRENA de Universidad de León  
Gómez Palacios, José María .- Biomasa Peninsular

## ÍNDICE

1. ASPECTOS GENERALES EN RELACIÓN CON LA BIOMASA PRIMARIA
  2. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA Y LOS RESIDUOS EN ESPAÑA Y LA U.E.
  3. ASPECTOS AMBIENTALES: MARCO INTERNACIONAL Y SITUACIÓN EN ESPAÑA
    - 3.1. Convenios internacionales y acuerdos sectoriales
    - 3.2. Marco legislativo europeo
    - 3.3. Situación en algunos países relevantes
    - 3.4. Situación en España
    - 3.5. Caso particular: los cultivos energéticos
  4. CONCLUSIONES
- REFERENCIAS

## 1. ASPECTOS GENERALES EN RELACIÓN CON LA BIOMASA PRIMARIA

### ▪ Fuentes y tipos de biomasa

Las fuentes y tipos de biomasa, incluyendo los materiales recuperados consideradas típicamente son las siguientes:

#### Biomasa Primaria

- Residuos de aclareos, limpieza, poda y tala forestal
- Residuos de cultivos agrícolas
  - Paja de cereal y otros cultivos herbáceos
  - De cultivos leñosos y frutales
- De cultivos energéticos

#### Biomasa secundaria/terciaria

- Residuos ganaderos
  - Estiércol
- Residuos agro-industriales
  - De pulpa, papel y madera
  - De agro-alimentarias
  - De mataderos, industrias cárnicas y harinas de carne
- Residuos urbanos
  - Lodos de depuradoras urbanas
  - R.d.f. y otros rechazos de los r.s.u. destinados a vertido

En esta presentación nos ocuparemos exclusivamente de los aspectos ambientales de la obtención y el uso de la biomasa primaria.

### ▪ Cuantificación de los recursos de biomasa primaria

Se hablará de "Potencial total", en referencia a las cifras máximas de producción de los distintos tipos de biomasa, que en algún caso corresponderán a cifras reales (como en el caso de la biomasa residual de cultivos agrícolas) o posibles (como en el caso de la biomasa forestal residual).

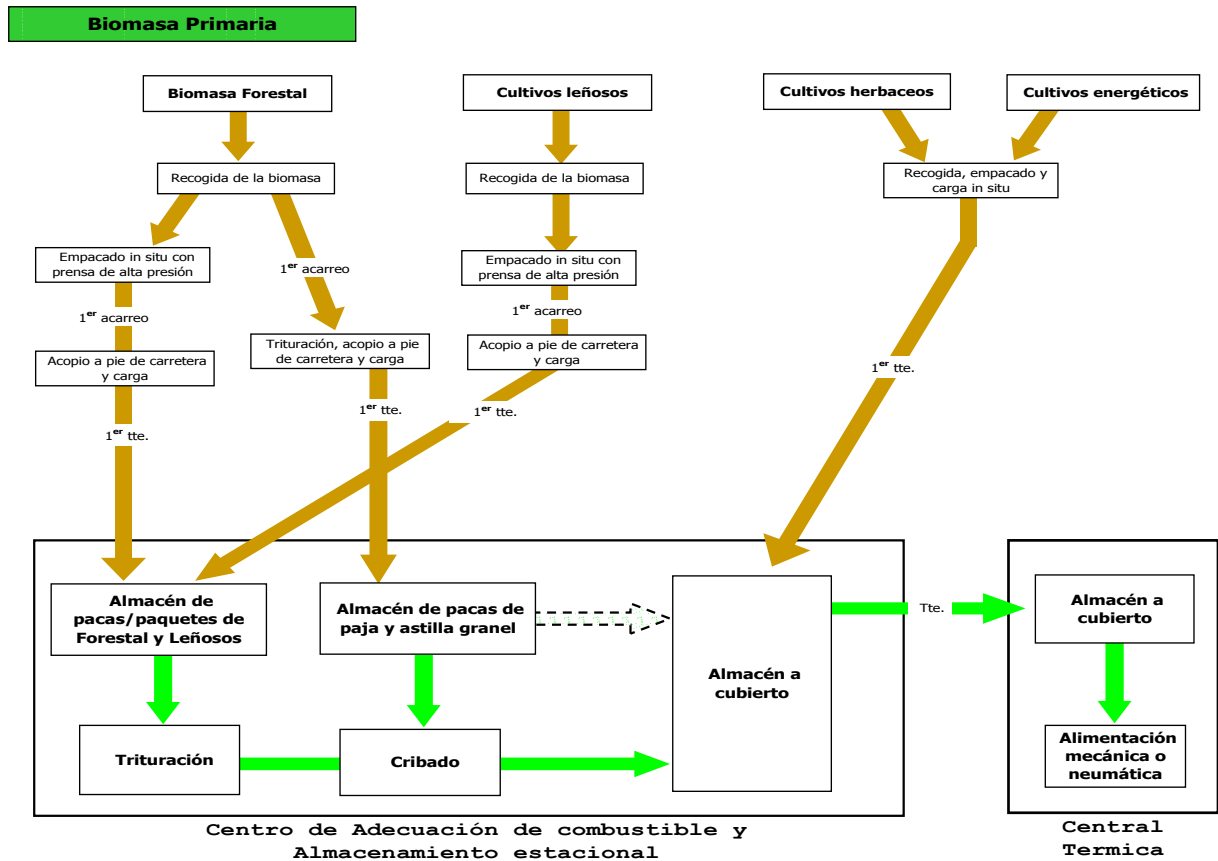
Se hablará de "Potencial aprovechable", en referencia a las cifras máximas de producción de los distintos tipos de biomasa que puedan estar disponibles para su aprovechamiento, descontando del "Potencial total", aquellas producciones que no resulten de interés o viables para el aprovechamiento proyectado, por razón de distancia o dificultades logísticas para su captación (verbigracia, zonas forestales con elevadas pendientes, contenido en humedad, escaso poder calorífico, etc.), por encontrarse en espacios naturales protegidos, u otras razones

Evidentemente, una buena parte del "Potencial aprovechable" de los distintos tipos de biomasa, no está disponible de forma fácil o inmediata por diferentes razones:

- Existe un aprovechamiento actual ligado a su generación, sin que el producto acceda al mercado (por ejemplo, aprovechamientos de leña en zonas forestales o agro-pecuarias o parte de la paja cosechada que es utilizada dentro de las propias explotaciones agropecuarias).
- Existe una transformación del producto y un mercado donde se comercializa el producto (por ejemplo existe un mercado de la paja de cereal que es usada tradicionalmente para alimentación o cama del ganado, pero también existen nuevos usos energéticos de la paja, para su uso directo como combustible o materia prima para su hidrólisis y fermentación para producción de etanol bio-combustible).

Existiría por tanto, al menos un tercer nivel que podría denominarse “Potencial comercial”, que podría obtenerse posteriormente y que debería considerar los condicionantes de mercado y restricciones de tipo comercial para el suministro de los distintos tipos de biomasa para su aprovechamiento.

▪ **Obtención y preparación de la biomasa primaria**



▪ **Estandarización de bio-combustibles procedentes de la biomasa**

Una referencia imprescindible para la terminología y actividades relacionadas con la biomasa utilizada como combustible en la Unión Europea, incluidos los bio-carburantes y los combustibles recuperados (denominados como RDF-refuse derived fuel; SRF-solid refuse fuel; CDR-combustible derivado de residuos), son los Comités Europeos de Normalización-CEN-, [www.cenorm.be](http://www.cenorm.be),

En concreto el Comité Técnico 335, “Solid biofuels” tiene como función la elaboración de estándares europeos en su campo de competencia que se define del modo siguiente:

- *Ámbito de actuación:* productos de la agricultura y el sector forestal, residuos vegetales de la agricultura y el sector forestal, residuos vegetales de la industria agro-alimentaria, residuos de madera (excluyendo los residuos de construcción y demolición y aquella que contenga compuestos halogenados, disolventes, pinturas, etc), fibra vegetal de la producción de pulpa virgen y pulpa de papel si es co-incinerada “in situ” con recuperación energética y residuos de corcho.

Biomasa → Bio-combustible sólido → Bio-energía (renovable)

- *Tipos de materiales:* biomasa de la madera, biomasa herbácea, biomasa de la fruta, mezclas y materiales mixtos de biomasa.
- *Clasificación por formas comerciales:* briquetas, pellets, orujillo, astillas, fibra, aserrín, corteza, balas de paja, etc (para cada tipo se están desarrollando las especificaciones técnicas correspondientes).
- *Grupos de trabajo:*
  - WG 1, Terminología, definiciones y descripción
  - WG 2, Clasificación y especificaciones de combustibles
  - WG 3, Muestreo
  - WG 4, Metodología mecánica y física de análisis
  - WG 5, Metodología química de análisis

Los principales parámetros que actualmente maneja el TC 335 para determinar los estándares de calidad de estos bio-combustibles sólidos son: Origen, Forma (pellets, astillas, polvo, etc), Dimensiones, Humedad, Resistencia mecánica, Contenido en finos, Cenizas, Azufre y Poder calorífico neto o PCI.

#### ▪ **Definición legal de la biomasa para usos energéticos**

Es interesante revisar, las definiciones de la *Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes renovables en el mercado interior de la electricidad*, que en su artículo 2, indica:

- a) "Fuentes de energía renovable": las fuentes de energía renovable no fósiles (energía eólica, solar, geotérmica, del oleaje, maremotriz e hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás);
- b) "Biomasa": la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos procedentes de la agricultura (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal) de la silvicultura y de las industrias conexas, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales.
- c) "Electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables": la electricidad generada por centrales que utilicen exclusivamente fuentes de energía renovables, así como la parte de la electricidad generada a partir de dichas fuentes en centrales híbridas que también utilicen fuentes de energía convencionales con inclusión de la electricidad renovable utilizada para llenar los sistemas de almacenamiento y con exclusión de la electricidad generada como resultado de dichos sistemas

## **2. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA Y LOS RESIDUOS EN ESPAÑA Y LA U.E.**

#### ▪ **Usos y aprovechamientos energéticos de la biomasa en la UE-15 y España**

El consumo anual de energía en España (2004) procedente de la biomasa se aproxima a los 4.167 Ktep, lo que representa alrededor del 2,7% del consumo total de energía primaria en España. De las 4.167. Ktep correspondientes a biomasa, 3.487 Ktep corresponden a usos térmicos y sólo 680 a usos eléctricos, a los que sumar los 279 Ktep de los r.s.u. La potencia de generación eléctrica con biomasa en España, en el 2003 es de 331 MW.

*Tabla 1. Potencia eléctrica instalada c/ biomasa por CCAAs y previsiones (MW)*

<b>C. AUTÓNOMA</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>Objetivo PERE 2010</b>
<b>Andalucía</b>			95	
<b>Aragón</b>			26	
<b>Asturias</b>			39	
<b>Cantabria</b>			3	
<b>Castilla y León</b>			11	
<b>Castilla-La Mancha</b>			39	
<b>C. Valenciana</b>			7	
<b>Extremadura</b>			1	
<b>Galicia</b>			32	
<b>Navarra</b>			38	
<b>País Vasco</b>			51	
<b>TOTAL</b>	<b>287,6</b>	<b>331,3</b>	<b>344,0</b>	<b>2.039,0</b>

*Tabla 2. Consumo total nacional de biomasa (tep/año)*

<b>AÑO</b>	<b>Usos Térmicos</b>	<b>Usos eléctricos</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2001</b>	3.352.193	325.987	3.678.180
<b>2002</b>	3.348.000	556.000	3.904.000
<b>2003</b>	3.357.000	677.000	4.034.000
<b>2004</b>	3.487.000	680.000	4.167.000
<b>Objetivo 2010 PERE</b>	<b>4.318.000</b>	<b>5.311.000</b>	<b>9.629.000</b>

*Tabla 3. Consumo total de biomasa en los países de la UE-15 en el 2003 (tep/año)*

<b>PAÍS</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>Francia</b>	8.480.000	
<b>Alemania</b>	8.000.000	
<b>Suecia</b>	7.860.000	
<b>Finlandia</b>	6.400.000	
<b>España</b>	3.904.000	4.167.000
<b>Austria</b>	3.010.000	
<b>Portugal</b>	1.900.000	
<b>Italia</b>	1.460.000	
<b>Grecia</b>	940.000	
<b>Dinamarca</b>	810.000	
<b>Reino Unido</b>	470.000	
<b>Holanda</b>	400.000	
<b>Bélgica</b>	280.000	
<b>Irlanda</b>	150.000	
<b>Luxemburgo</b>	10.000	

▪ **La energía procedente de la biomasa en España**

La revisión del PLAN DE FOMENTO DE LA ENERGÍAS RENOVABLES, publicado como PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES DE ESPAÑA 2.005-2.010 en el pasado mes de Septiembre, incluye un impulso para energías como la eólica, los bio-carburantes, la energía solar y la biomasa, (que ha alcanzado por ahora unos niveles absolutamente ridículos).

*Tabla 4. Objetivos del PFER 1999-2010 y PERE 2005-2010: BIOMASA, BIOGAS Y R.S.U.*

Tipo de PROYECTOS	Objetivos de generación de energía primaria (tep/año)			
	PFER 1999-2010	Situación 2004	Objetivo PERE 2010	Objetivo inc PERE 2010
- Residuos forestales	450.000	2.260.000	2.749.700	689.700
- Res agrícolas herbáceos	1.350.000	55.500	715.500	660.000
- Res agrícolas leñosos	350.000	0	670.000	670.000
- Res agro-industrias	250.000	1.685.000	2.355.000	670.000
- Res industrias forestales	250.000	166.500	836.500	670.000
- Cultivos energéticos	3.350.000	0	1.908.300	1.908.300
<b>- TOTAL BIOMASA (1)</b>	<b>6.000.000</b>	<b>4.167.000</b>	<b>9.235.000</b>	<b>5.068.000</b>
<b>- BIOGAS (2)</b>	<b>239.000</b>	<b>295.000</b>	<b>502.000</b>	<b>207.000</b>
<b>- R. S. U. (3)</b>	<b>683.000</b>	<b>395.000</b>	<b>(683.000 / 0)</b>	<b>0</b>
<b>- TOTAL (1)+(2)+(3)</b>	<b>6.833.000</b>	<b>4.857.000</b>	<b>10.420.000</b>	<b>5.275.000</b>
<b>APLICACIÓN</b>				
<b>- Usos térmicos</b>	<b>900.000</b>	<b>3.515.000</b>	<b>4.144.000</b>	<b>602.000</b>
· Biomasa		3.487.000	4.097.000	583.000
· Biogas		28.000	47.000	19.000
· R.s.u.		-	-	-
<b>- Usos eléctricos</b>	<b>5.933.000</b>	<b>1.342.000</b>	<b>6.276.000</b>	<b>4.673.000</b>
· Biomasa		680.000	5.138.000	4.805.000
· Biogas		267.000	455.000	188.000
· R.s.u.		395.000	(683.000 / 0)	0

El grado de cumplimiento de los objetivos del citado Plan es muy bajo, fundamentalmente en lo que se refiere a usos de biomasa para generación eléctrica. Desaparecen los R.s.u. del contexto del Plan y cualquier tipo de objetivo relacionado.

Existe como gran objetivo un gran incremento de generación de energía primaria con biomasa que el propio Plan divide de la siguiente manera:

- Objetivo incremento generación eléctrica con biomasa 2010: 4.457.000 tep (>2.000 MW)
- Objetivo con centrales de biomasa: : 2.905.000 tep
- Objetivo co-combustión en Centrales Térmicas: : 1.552.000 tep (>750MW)

Los datos facilitados por la CNE.-Comisión Nacional de la Energía en relación a las energías renovables en España son los siguientes:

- A 31 de Diciembre del 2004 contaban con una potencia instalada de 8.117 MW, correspondiendo 361 MW a la generación con biomasa (327 MW según los datos del IDAE anteriormente expuestos).
- Han vertido a la red 18.133 GWh, lo que supone un 7,69% de la energía eléctrica generada.
- La generación eléctrica con residuos ha sido de 3.718 GWh (1,58%)
- La generación eléctrica con biomasa ha supuesto 1.416 GWh durante el 2003, (contra 1.084 GWh generados en el 2002), lo que supone un 7,8% del total de las renovables.
- El objetivo del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2005-2010, para el año 2010 es alcanzar el 12,7% de la generación eléctrica con energías renovables y una potencia instalada de 2.039 MW.
- Este objetivo también está indicado en otras normas relevantes (Ley 54/97 del sector Eléctrico; Directiva sobre promoción de las Energías Renovables 2001/77/CE, que establece para Europa un objetivo del 17,5%; Plan de Infraestructuras Energéticas y Gas 2002, que establece un objetivo de 3.000 MW instalados con biomasa).
- En cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, se estima que por cada GWh generado con biomasa, se evita la emisión de 960 toneladas de CO<sub>2</sub> y la importación de 85 toneladas de petróleo.

### **3. ASPECTOS AMBIENTALES: MARCO INTERNACIONAL Y SITUACIÓN EN ESPAÑA**

#### **3.1. Convenios internacionales y acuerdos sectoriales**

##### **3.1.1. Biomasa de origen forestal en el ámbito internacional**

###### **▪ “Cumbre de la Tierra” de Río de Janeiro en 1.992**

Desde su celebración y bajo la iniciativa de Naciones Unidas, se han ido desarrollando diversos instrumentos y acuerdos internacionales sobre los bosques y política forestal:

- Acuerdos no vinculantes sobre política forestal y un capítulo titulado “Combate a la deforestación” dentro de la Agenda 21 en la citada Cumbre en 1.992.
- Creación de un Panel Inter-gubernamental sobre Bosques, en 1.995 que posteriormente se transformó en un Foro Inter.-gubernamental sobre Bosques.
- Creación en el 2.001 del Foro Permanente de las Naciones Unidas sobre Bosques.

Sin embargo la falta de acuerdos vinculantes ha provocado que, según la FAO, se haya mantenido durante los años 90 y primeros años del nuevo siglo, el ritmo anual de destrucción de bosques naturales, cifrado en 16.000.000 has (estimándose que en los últimos 20 años la superficie de bosques destruida equivale al territorio de la India).



- **Protocolo de Kyoto**

Entre las medidas propuestas en la Unión Europea para su el logro de los objetivos planteados están, la promoción de las instalaciones CHP o de cogeneración o producción combinada de calor y electricidad, la promoción de los bio-combustibles y las medidas y políticas que favorezcan la eficiencia energética.

Su alcance incluye las instalaciones de combustión para generación eléctrica y co-generación mayores de 20 MW, no incluyéndose las plantas o las emisiones generadas por la combustión de biomasa o residuos.

*Tabla 5. CO<sub>2</sub> Índices de emisión según combustibles*

<b>Combustibles</b>	<b>g CO<sub>2</sub>/MJ</b>	<b>gvSO<sub>2</sub>/MJ</b>	<b>Kg cenizas/ MWh combustible</b>
Turba	106	202	8
Madera	106/114*	25	4
Fuel oil	77,4	464	0
Gasóleo	74,1	85	0
Gas Natural	56	0	0
Carbón, hulla-antracita	94,6	705	14

\* Las emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles procedentes de madera no computan como emisiones de efecto invernadero, porque su efecto neto es nulo

- **FSC (Forest Stewardship Council)**

Acuerdo celebrado por un importante grupo de industrias y ONGs, que ha favorecido la evolución hacia un modelo sostenible de gestión forestal, que evite la tala y comercio ilegal o incontrolado de madera en los países mas afectados (desde Canadá a Brasil, y varios países asiáticos como Indonesia).

Otro avance en este sentido fue la firma de la Declaración Ministerial sobre Cumplimiento de las leyes forestales, en Bali, 2.001.

- **Worldwatch Institute**

En su documento de conclusiones con motivo de la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo, señala las siguientes como las medidas a promover para conseguir la conservación y la gestión sostenible de los bosques:

- Evitar el la tala y el tráfico ilegal de madera
- Reducir los niveles inadecuados de consumo de madera (Estados Unidos y China como las dos economías con mayor consumo de derivados de la madera)
- Implantar sistemas de gestión e información forestal (inventarios y estudios oficiales y periódicos sobre el estado de los bosques (que no existen aún en el 75% de los países) con una periodicidad recomendada de 5 años, que deben estar libremente disponibles para los ciudadanos
- Mejora de las prácticas forestales:
  - Eliminar la practica de la tala de bosques naturales para el establecimiento de cultivos, plantaciones u otros usos
  - Estimular la reforestación de zonas no arboladas y el adecuado mantenimiento de las zonas forestales, que proveen numerosos servicios,

como la protección de la biodiversidad, del suelo y las aguas, productos forestales y efecto de fijación del CO<sub>2</sub>.

- Incrementar la superficie certificada según los estándares FSC

### **3.1.2. Biomasa de origen agrícola en el ámbito internacional**

#### **▪ Cumbre de Río de Janeiro en 1.992**

La agricultura resulta uno de los temas claves en la agenda internacional, puesto que está directamente asociada a temas como el agua, la pobreza y el hambre y la salud.

En la Cumbre Mundial de la Alimentación celebrada en Roma en Junio del 2.002, se concretó un diagnóstico sobre la necesidad de cambiar el modo actual de producción agrícola (hacia un nuevo paradigma que cabría definir como agro-ecológico), por considerarlo disfuncional y excesivamente dependiente de los insumos químicos y la tecnología, alejándose de los objetivos de garantizar el suministro de alimentos y conservar los ecosistemas naturales.

A medida que la agricultura (incluyendo la ganadería) se ha hecho tecnológicamente mas sofisticada, se puede decir que "industrializada", se ha convertido en destructiva desde las perspectivas ecológica y social.

La agricultura industrial contribuye a alguno de los problemas ambientales más importantes a escala global, como el efecto invernadero y la difusión de sustancias tóxicas en el medio ambiente, especialmente nitratos, fosfatos y pesticidas en las aguas continentales susceptibles de ser usadas para consumo, y bromuro de metilo y otros productos químicos destructores de la capa de ozono estratosférica. (Se estima que el consumo de pesticidas se ha multiplicado por 17 desde el año 1.950 hasta el 2.000).

La agricultura industrial también constituye una seria amenaza para la conservación del patrimonio genético vegetal y la biodiversidad, por orientarse hacia un número muy limitado de especies y variedades y la técnica del monocultivo, amenazando la "seguridad y soberanía alimentaria" de las poblaciones rurales y las de países menos desarrollados.

Diversos estudios y experiencias confirman la validez del enfoque agro-ecológico para conseguir una agricultura sostenible e integrada en los ecosistemas naturales, (yendo mucho más allá del actual enfoque "normativo y comercial" del la agricultura ecológica en la Unión Europea y otras áreas desarrolladas), algunos de cuyos principios esenciales serían los siguientes:

- Práctica rutinaria de las rotaciones de cultivo
- Conservación y uso de las variedades autóctonas
- Protección del suelo contra la erosión mediante la reducción del laboreo y otras prácticas (cultivo en bandas, creación de setos y ribazos entre parcelas, realización de cultivos con cubierta vegetal permanente, etc)
- Uso de la materia orgánica (abonados en verde, estiércoles, compost, etc) como enmienda, fertilizante natural y elemento de control natural de enfermedades (promotor de la actividad biológica del suelo)
- Reducción de la fertilización química y los pesticidas
- Utilización de la analítica y evaluación eco-biológica de la materia orgánica, el suelo y los cultivos
- Rechazo de las variedades modificadas genéticamente u OGMs.

#### **▪ Worldwatch Institute**

Sugiere las siguientes medidas políticas para promover la práctica de un modelo de agricultura más sostenible:

- Dirigir las subvenciones hacia el logro de objetivos de calidad de los alimentos y

- la protección ambiental
- Promover el paradigma agro-ecológico y la agricultura orgánica, mediante el apoyo a la agro-ecología en programas de estudios universitarios, investigación y extensión agraria
- Aplicar impuestos específicos para los fertilizantes químicos, pesticidas y explotaciones agrarias basadas en la agricultura industrial
- Otras medidas como evitar los subsidios a las exportaciones y el comercio basado en el *dumping* de los precios, favorecer el acceso a los derechos de propiedad de las tierras de los campesinos en los países en vías de desarrollo y promover el sistema de investigación público en agricultura (equilibrando la predominancia del sistema privado de investigación agraria con objetivos principalmente comerciales) y orientándolo hacia los agricultores y los agro-ecosistemas.

Otros referentes de interés relacionados con la agricultura y el aprovechamiento energético de los residuos de cultivo (así como también con los cultivos energéticos que se tratan en el apartado siguiente), son los siguientes convenios internacionales:

- UNCBD, United Nations Convention on Biological Diversity (Río de Janeiro Junio de 1.992). Ver texto completo en carpeta de Compilación Legislativa
- UNCCD, United Nations Convention to Combat Desertification (París 17 de Junio de 1.994). Ver texto completo en carpeta de Compilación Legislativa

### **3.2. Marco legislativo europeo**

#### **▪ Normativa sobre Impacto Ambiental**

Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de Junio de 1985, relativa a la evaluación de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Directiva 96/61/CE (IPPC), relativa a la prevención y control integrados de la contaminación.

Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo de 1997 por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

#### **▪ Normativa sobre Energía, Renovables y Residuos**

Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos

Directiva 2000/76/CE, de 4 de diciembre, sobre incineración de residuos

Directiva 2001/77/CE del Parlamento y del Consejo de 27 de septiembre, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

Propuesta de Reglamento del Consejo de 21 de enero de 2003 por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común y por el que se instauran regímenes de ayuda a los productores de determinados cultivos

Directiva 2003/30, de 8 de mayo, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte

Decisión 2003/33/CE del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CE

Directiva 2003/54/CE de 26 de junio, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 1996/92/CE

Directiva 2004/8/CE de 11 de febrero, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 1992/42/CEE

#### ▪ **Normativa sobre Prevención y Contaminación Atmosférica**

Directiva 84/360/CEE del Consejo, de 28 de junio, relativa a la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.

Directiva 88/609/CEE del Consejo, de 24 de noviembre, relativa a la limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

Directiva 89/369/CEE del Consejo, de 8 de junio, relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones nuevas de incineración de residuos sólidos urbanos.

Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire.

Directiva 2001/80/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión.

Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre, por la que se establece un régimen de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y se modifica la Directiva 96/61/CE.

Decisión Nº 280/2004/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero, relativa a un mecanismo para el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad y para la aplicación del Protocolo de Kyoto.

Decisión de la Comisión 2004/156/CE, de 29 de enero, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE.

Decisión de la Comisión 2004/224/CE, de 20 de febrero de 2004, por la que se establecen las medidas para la presentación de información sobre los planes o programas previstos en la Directiva 96/62/CE del Consejo en relación con los valores límite de determinados contaminantes del aire ambiente.

Directiva 101/2004, de 27 de octubre por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE y se establece un régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto invernadero en la Comunidad, con respecto a los mecanismos de Proyectos del Protocolo de Kyoto.

### **3.3. Situación en algunos países relevantes**

#### ▪ **Suecia**

En Suecia, las prácticas forestales están reguladas por la Ley de Bosques o Forest´s Act y por el llamado Comité Director Forestal. En los últimos años se han endurecido las condiciones a respetar durante las prácticas forestales (talas, aclareos o limpiezas), ante las demandas sociales de alto nivel de conservación del patrimonio natural y las exigencias impuestas por las administraciones responsables. Se admite generalmente que la corta y extracción de las copas y ramajes de los árboles no utilizables por la industria maderera después de la tala, tiene un impacto mínimo y aceptable sobre los ecosistemas de los bosques y la biodiversidad. Deben respetarse las zonas protegidas y los llamados "habitats" que corresponden a bosques húmedos o bosquetes de especies caducifolias, y las zonas de colinas, barrancos y zonas colindantes con los cursos de agua y los límites de los bosques. También deben respetarse los árboles caídos y

en proceso de descomposición, hábitat favorable para líquenes, musgos y hongos así como las acículas de las coníferas que cubren el suelo.

- **Finlandia**

Finlandia es el país con las compañías de mayor tamaño a nivel mundial entre las dedicadas a la gestión de biomasa forestal para uso energético. La mayoría de las Centrales (Thermal or Power Plants) están preparadas para recibir y utilizar diversos combustibles: gas natural, carbón, biomasa forestal residual y otros residuos de madera, etc.

Finlandia considera que el principal motivo para la promoción de la generación de energía a partir de sub-productos y residuos forestales es la protección del medio ambiente. La razón principal es la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero. La biomasa forestal es un combustible casi neutral, puesto que el carbón fluye en un circuito cerrado y la energía empleada en su producción es sólo un 3% de la energía generada. Sin embargo, la producción de bio-combustibles a partir de residuos forestales debe estar de acuerdo con los "códigos de buenas prácticas y principios de sostenibilidad forestal ambiental y socio-económica".

En el modelo finlandés de explotación forestal, los bosques sometidos al proceso de explotación maderera tienen habitualmente un ciclo de vida de aproximadamente 70 años, obteniéndose biomasa forestal residual en los dos aclareos (10-20 t/ha) y en la tala final (15-30 t/ha), aprovechándose todas las partes del árbol: copas para la industria del papel, fuste para la industria maderera, ramas para tablero o bioenergía y tocones para bioenergía.

### **3.4. Situación en España**

#### **3.4.1. Normativa relacionada con la biomasa en España**

- **Normativa sobre Impacto Ambiental**

Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de Octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Ley 6/2001, de 8 de Mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.

Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

- **Normativa sobre Energía, Renovables y Residuos**

Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, de producción de energía eléctrica por las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes renovables

Ley 54/1997 de 21 de noviembre. Ley sobre el Sector Eléctrico

Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre, que regula la producción de energía eléctrica producida por las instalaciones abastecidas por recursos de energía renovable, residuos y cogeneración

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica

Real Decreto Ley 6/2000 de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos

Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social

Real Decreto 1802/2003 de 26 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2004

Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Orden PRE/472/2004, de 24 de febrero, por la que se crea la Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa

Real Decreto 218/2004, de 6 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1026/2002, de 4 de octubre, sobre pagos por superficie a los productores de determinados productos agrícolas

Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico

#### ▪ **Normativa sobre Prevención y Contaminación Atmosférica**

Real Decreto 646/1991, de 22 de abril, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión

Orden Ministerial de 26 de diciembre de 1995, donde se dictan normas en desarrollo del Real Decreto 46/1991, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de grandes instalaciones de combustión en aspectos referentes a centrales termoeléctricas.

Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo.

Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.

Real Decreto 60/2005, de 21 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan nacional de asignación de derechos de emisión, 2005-2007.

### **3.4.2. Biomasa de origen forestal en el ámbito nacional**

#### ▪ **Situación de la certificación FSC (Forest Stewardship Council) en España**

Se instauró en el año 1.999 y cuenta con 385.000 has certificadas (el 95% de la superficie nacional certificada), mas de la mitad de las mismas en Galicia. Un 66% de los bosques certificados son de titularidad pública. En España se denomina PEFC (Programa Español de Certificación Forestal).

Se advierte un nivel de certificación muy bajo pero en crecimiento muy rápido

- **Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2001-2010,**

Señala que *"las incidencias ambientales mas reseñables en la producción de biomasa a partir de residuos forestales son aquellas que se refieren al medio biótico vegetal; en términos generales resultan positivas siempre que se realicen de forma selectiva, analizando la conveniencia e intensidad de las mismas; entre los efectos beneficiosos sobre la vegetación pueden citarse, la contribución a la regeneración natural de las masas y la mejora del crecimiento y calidad del arbolado; así mismo evitar la permanencia de los residuos forestales en el monte disminuye sensiblemente el riesgo de incendios forestales y la aparición de plagas"*.

- **Convenio APPA – Greenpeace – Ecologistas en Acción – CC.OO. 2002**

Este acuerdo, establece los *"criterios medio-ambientales para la utilización de la biomasa en la producción de energía"*.

Se establece el apoyo *"al establecimiento de primas específicas para cada tecnología de aprovechamiento de la biomasa, que garanticen su viabilidad económica, vinculadas al cumplimiento de criterios ambientales recogidas en documento"*.

El acuerdo excluye expresamente del término biomasa, *"los residuos urbanos (r.u), radiactivos, tóxicos, peligrosos y hospitalarios"*.

Respecto al aprovechamiento de los residuos forestales, se indica que su utilización como biomasa para producir energía *"tiene importantes aspectos positivos, tales como la reducción del riesgo de incendios, la mejora de la calidad de las masas forestales, la generación de un mayor valor en productos actualmente desechados, la creación de empleo en áreas rurales y el reequilibrio demográfico territorial, etc"*.

*"Sin embargo su utilización no es aceptable en espacios forestales incluidos en la Red Natura 2000 en los que no esté permitida la explotación forestal, bosques viejos y masas forestales con presencia de especies amenazadas sensibles a los aprovechamientos selvícolas, así como en zonas de pendientes pronunciadas y en suelos pobres. También se establece la necesidad de la realización de estudios de viabilidad específicos para las zonas sometidas a este tipo de aprovechamiento, que incluyan análisis detallados del territorio, ecosistemas, formaciones forestales, el contexto climático y geográfico, riesgos derivados de pérdida del suelo y medidas de protección, análisis y medidas de protección de la biodiversidad animal y vegetal, con especial atención a los estratos herbáceo y arbustivo, a menudo menospreciados"*.

Se sostienen también como condiciones generales del aprovechamiento, *"que tenga un balance energético positivo, que la emisión neta de Carbono del ciclo sea neutra o negativa, que las especies vegetales no correspondan a organismos genéticamente modificados y que los procesos de conversión de la biomasa no generen productos o emisiones tóxicas"*.

- **Declaración ibérica sobre los principios para una gestión sostenible de los bosques (Elvas, Portugal, 1997)**

Se trata de un acuerdo firmado por asociaciones portuguesas y españolas del sector forestal, madera, tablero, pasta y papel y similares.

Establece los principios para una *"Gestión sostenible de bosques"*, promoviendo las mejores prácticas silvícolas posibles desde los puntos de vista ecológico y económico y el respeto a las legislaciones forestales vigentes.

Se define *Bosque como "todo espacio no urbano ocupado por árboles o ecosistemas forestales procedentes tanto de regeneración natural como de plantaciones de especies forestales"*.

Se define también, siguiendo las líneas marcadas en la Conferencia de Helsinki del año 1.993, *Gestión forestal sostenible* como "una gestión y utilización de los bosques y de los terrenos forestados que, utilizando la técnica forestal, sea capaz de mantener globalmente su biodiversidad, su viabilidad y su capacidad de satisfacer, actualmente y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales pertinentes y que tenga en cuenta las repercusiones potenciales de los cambios climáticos sobre los ecosistemas forestales".

Defiende el documento en suma la necesidad de establecer fórmulas que compatibilicen los usos económicos, ecológicos y sociales de los bosques., preservando sus calidades ecológicas y la sostenibilidad de sus aprovechamientos.

### **3.4.3. Biomasa de origen agrícola en el ámbito nacional**

#### **▪ Convenio APPA – Greenpeace – Ecologistas en Acción – CC.OO. 2002**

En el mismo, se indica que para los residuos y sub-productos agrícolas se deberá fijar en cada caso un porcentaje de los mismos que obligatoriamente deba dedicarse a su aprovechamiento como abono y para recuperar los nutrientes del suelo, mediante compostaje, en aquellos que sea viable y el suelo lo requiera.

Los cultivos deben evitar el uso de material vegetal genéticamente modificado, y deben de proceder de un sistema de agricultura y plantaciones sostenibles, en relación al uso del suelo, los fertilizantes y balances de nutrientes en el suelo.

Se sostienen también como condiciones generales del aprovechamiento, que tenga un balance energético positivo, que la emisión neta de Carbono del ciclo sea neutra o negativa, que las especies vegetales no correspondan a organismos genéticamente modificados y que los procesos de conversión de la biomasa no generen productos o emisiones tóxicas.

Los criterios ambientales aplicables a los residuos de cultivos agrícolas concuerdan con los de los cultivos energéticos, que se desarrollan en el siguiente apartado.

### **3.5. Caso particular: los cultivos energéticos**

#### **▪ Antecedentes y marco legal para los cultivos energéticos**

El uso actual de la bio-energía es aún muy pequeño, cubriendo un 11% de la demanda primaria de energía a nivel mundial <sup>\*1</sup> (unos 50 EJ/año sobre un total de 440 EJ/año), y estimándose un 1% de la producción eléctrica y el 7% de la producción térmica generada en los países de la OECD en el año 2.000. <sup>\*2</sup>. La parte correspondiente a los cultivos energéticos es aún mínima, ya que la mayoría de la bio-energía es generada con residuos de origen forestal o de residuos y sub-productos procedentes de la industria.

Algunas referencias de interés son la existencia de unas 25.000 has de cultivo de *Salix sp.* en Suecia y la 60 plantas de generación eléctrica con paja de cereal en Dinamarca, con potencias entre 1 y 15 Mw de potencia eléctrica

En realidad la introducción y expansión de los cultivos energéticos en la Unión Europea, está limitada principalmente por la PAC 2.003, -Política Agraria Común de la Unión Europea-, que en su artículo 88, prevé una subvención de 45 €/ha para los cultivos energéticos, exigiendo la existencia de un contrato del agricultor con la industria transformadora y existiendo una superficie máxima subvencionada de 1.500.000 has en toda Europa. La ayuda no podrá exigirse si se realiza el cultivo en tierras de retirada obligatoria, cubiertas entonces por la subvención correspondiente a cultivos herbáceos.

Podrán existir ayudas nacionales subvencionando hasta el 50% de los costes de implantación de cultivos energéticos de ciclo plurianual en las tierras de retirada.



Se trata de una subvención muy pequeña (mucho menor que la mayoría de los cultivos herbáceos), agravada por la falta de industrias en la proximidad que ofrezcan contratos fiables y en condiciones económicas de rentabilidad para los agricultores.

En realidad, en los desarrollos e iniciativas relevantes relacionadas con los cultivos agrícolas como fuentes de energía, actúan como motivos para las inversiones factores de estrategia y anticipación empresarial, antes que las actuales subvenciones o primas, que no permiten aún garantizar la viabilidad económica de los proyectos industriales:

- Biomasa para energía térmica y/o eléctrica, tal como el proyecto de EHN en Sangüesa (Navarra), interviniendo en un mercado establecido como el de la paja, aunque apoyándose en el modelo de cultivos por contrato y principalmente en las primas para fuentes renovables establecidas en la legislación de referencia.
- Bio-combustibles, tales como los proyectos del grupo ABENGOA en Cartagena (Murcia), Teixero (La Coruña) y Babilafuente (Salamanca), las exenciones de impuestos sobre los combustibles y la captación de cereales-grano y paja de cereal en los mercados agrícolas convencionales.

Antes del 31 de Diciembre del 2.006, la Comisión Europea presentará un informe sobre resultados de la implementación de esta línea de ayudas directas, con una propuesta para su desarrollo futuro.

#### ▪ **Características que deben reunir los cultivos energéticos**

Las especies dedicadas a producir biomasa con fines energéticos pueden ser de tipo herbáceo o leñoso y aunque en ocasiones puedan coincidir con especies utilizadas en cultivos agrícolas tradicionales o en aprovechamientos silvícolas clásicos, en general la fitotecnia y el manejo de las plantaciones variará sensiblemente respecto a los planteamientos clásicos.

Entre las características ideales que deben cumplir los cultivos extensivos dedicados a la producción de biomasa para fines energéticos (cultivos energéticos) cabe citar:

- 1.- Tener altos niveles de productividad en biomasa con bajos costos de producción, de tal forma que hagan viable económicamente la producción de bio-combustibles o bio-carburantes en relación a los carburantes y combustibles de origen fósil.
- 2.- Posibilidad de desarrollarse en tierras marginales, en tierras agrícolas marginales por falta de mercado para los productos tradicionalmente cultivados o en tierras retiradas de la producción de alimentos.
- 3.- Requerimiento de maquinaria agrícola convencional, normalmente disponible por los agricultores, utilizable también para otros cultivos propios de la zona.
- 4.- No contribuir a la degradación del medio ambiente, de tal forma que el balance medioambiental producido por su cultivo sea mejor del que se produciría si la tierra no estuviese cultivada o fuera ocupada por un cultivo tradicional.
- 5.- Tener un balance energético positivo, es decir, que la energía neta obtenida del bio-combustible producido sea superior a la gastada en el cultivo y proceso de aprovechamiento industrial del mismo.
- 6.- Posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizado el cultivo energético para realizar otros cultivos si las condiciones socio-económicas así lo aconsejaran.

7.- Adecuación de la naturaleza de la biomasa producida para su utilización como materia prima para fabricación de bio-combustibles o bio-carburantes.

▪ **Tipos de cultivos energéticos**

Los cultivos destinados a la producción de biomasa con fines energéticos pueden agruparse en tres tipos fundamentales en función del destino final de la biomasa:

- *Cultivos oleaginosos* para la producción de aceite transformable en bio-diesel (conjunto de ésteres metílicos o etílicos de los ácidos grasos de los aceites vegetales) para sustitución del gasóleo de automoción. Hasta ahora se están utilizando para esta finalidad cultivos de colza en los países del Centro y Norte de Europa y se está considerando al girasol para los países mediterráneos, pero debido al relativamente elevado precio de estos aceites en comparación con el precio del gasóleo, es indispensable contar con subvenciones públicas para el desarrollo de esta actividad.

- *Cultivos alcoholígenos* para la producción de bio-etanol utilizable en sustitución total o parcial de las gasolinas de automoción o para la producción de aditivos antidetonantes exentos de plomo como el Etil-Terbutil-Eter (ETBE).

A diferencia del etanol procedente del cultivo de caña de azúcar, la fabricación a partir de cereales o de remolacha requiere un aporte externo de energía, que en los sistemas tradicionales de destilación se realiza mediante combustibles fósiles con unos requerimientos equivalentes a la energía contenida en el bio-etanol producido, lo que rebaja sensiblemente las ventajas ecológicas globales de este tipo de bio-carburantes.

Actualmente se está desarrollando la producción de etanol a partir de materiales celulósicos, lo que supondría una reducción considerable del coste de la materia prima, aunque todavía el proceso está en fase de I + D.

- *Cultivos ligno-celulósicos* para la producción de bio-combustibles sólidos utilizables con fines térmicos, para calefacción, usos industriales o producción de electricidad (agro-electricidad). Los cultivos destinados a producir este tipo de biomasa ligno-celulósica producida con especies leñosas de rápido crecimiento o con herbáceas perennes de alta producción, parece ser la más adecuada ya que puede cumplir las características antedichas.

Entre las *especies leñosas* propias para esta finalidad cabe destacar el chopo (*Populus sp.*) y los sauces (*Salix sp.*) para zonas frescas o con posibilidad de riego barato, y para zonas más secas habría que pensar en especies resistentes a la sequía, entre las que cabe destacar algunas pertenecientes a los géneros *Robinia* y *Eucaliptus* entre otros. Estas especies deben plantarse en alta densidad (de 10.000 a 20.000 plantas por ha) y con turnos de corta de 3 a 6 años, aprovechando la capacidad de rebrote para continuar la plantación en años sucesivos. La productividad que se puede alcanzar con este tipo de plantaciones oscila entre las 10 y las 20 toneladas de materia seca por ha y año. La plantación de especies leñosas en tierras agrícolas produce en principio un cierto rechazo entre los agricultores ya que la recuperación futura de la tierra para los usos tradicionales, si fuera necesario, podría no ser tan inmediata como se quisiera y, en cualquier caso, siempre supondría un cierto coste la eliminación de los tocones.

Entre las *especies herbáceas* productoras de biomasa ligno-celulósica para estos fines podemos citar el cardo (*Cynara cardunculus L.*), especie típica del área mediterránea perfectamente adaptada a su climatología. En los países del Norte y del Centro de Europa se está considerando el miscanto (*Miscanthus sinensis*), el mijo (*Panicum virgatum*) o el alpiste rosado (*Phalaris arundinacea*) pero en nuestro país este cultivo necesitaría riegos frecuentes en verano, por lo que no sería económicamente viable en la mayoría de las tierras de secano.

También se está considerando la denominada caña de Provenza (*Arundo donna*) que ya había sido utilizada anteriormente para la fabricación de pasta de papel. De todas estas especies, la más prometedora en la actualidad para España es el cardo, que podría cultivarse en cerca de un millón de hectáreas.

#### - Otras iniciativas

La asociación ACOR (Asociación de Cultivadores de Remolacha) ha iniciado en el 2003 la siembra de diversos campos de cultivo de *Cynara* repartidos en todo Castilla y León, con el fin de estudiar alternativas al cultivo de la remolacha azucarera, cultivo social e industrial, en la actualidad en decadencia por falta de rentabilidad.

La limitación actual al desarrollo de los cultivos energéticos para producción de combustibles sólidos de tipo ligno-celulósico, procede del "enclave" en que están situados por causa de:

- a) Limitación de las subvenciones y superficie máxima cultivada en la Unión Europea
- b) Limitación de los aprovechamientos industriales, plantas de bio-electricidad u hornos aptos para la combustión de este tipo de material
- c) Bajo precio y en general condiciones restrictivas estipuladas en los contratos de cultivo, que limitan el crecimiento de la superficie cultivada de estas especies

En las condiciones actuales, resultará más que difícil el cumplimiento de las previsiones del Plan de Fomento de las Energías Renovables 2.001-2.010, que establecía una superficie cultivada de 1.000.000 has en España en el año 2.010. Sin embargo si se ha producido un desarrollo notable del aprovechamiento de productos de las especies herbáceas convencionales, tales como la paja como combustible (200.000 t/año en la Planta de EHN Sangüesa y exportaciones cada vez mas importantes a Francia e Italia) y los bio-combustibles (mas de 1.000.000 t/año de cereal grano y 100.000 t/año de paja para producción de etanol) en los proyectos de ABENGOA BIOENERGÍA en Cartagena (Murcia), Teixero (La Coruña) y Babilafuente (Salamanca).

#### ▪ **Plan de Fomento de las Energías Renovables en España, 2.000-2.010**

*Señala que "no se puede hablar de efectos medio-ambientales negativos o específicos y expresamente causados por la realización de cultivos energéticos; deberán considerarse las condiciones de pendiente y estado de los terrenos en los que se realicen estos cultivos, pues siempre implicarán roturación y posibilidad por tanto, de degradación del suelo; los cultivos energéticos presentan menos uso de fertilizantes, herbicidas o plaguicidas y menos riesgos de contaminación del suelo y las aguas; como regla general, se considera que los sistemas perennes o forestales con turnos largos tienen un impacto menos negativo sobre agua y suelo que los sistemas anuales".*

No obstante lo mencionado, la afirmación de ausencia comprobable de la posibilidad de efectos negativos, debe ser contemplada con prudencia, debido a la pequeña escala actual de su implantación y debiendo tener en cuenta el efecto ambiental negativo de los monocultivos, ya sea herbáceos de ciclo anual, herbáceos vivaces o cultivos leñosos de ciclo plurianual.

Porque a la hora de minimizar este impacto, un factor crítico será el mantenimiento de un equilibrio en los usos del suelo dedicado estos cultivos y a los otros usos, en términos de paisaje, calidad de suelos y biodiversidad, conservación de especies vegetales cultivadas y no cultivadas autóctonas y/o tradicionales, garantía del suministro de productos alimentarios, protección de suelos no cultivados, dedicados a usos marginales y ecosistemas especialmente frágiles, etc.

Un ejemplo claro de influencia ambiental negativa podría ser la presión económica para introducir especies forestales de rápido crecimiento en los hábitats ocupados por otros cultivos o usos (viñedo, olivar o bosques naturales o semi-naturales típicos de España).

En cualquier caso, la introducción a media y gran escala de una sola especie o mono-cultivo energético en una zona o territorio, podría ser juzgado como inaceptable o negativo por organismos ambientales, mientras que las rotaciones y mezclas de distintas especies serían valoradas favorablemente en razón de su mayor resistencia a plagas y enfermedades, impacto mas favorable en el paisaje y la biodiversidad en el suelo, flora y fauna, seguridad fito-sanitaria y de suministro estacional debido a la diversificación de especies.

#### ▪ **Acuerdo APPA-Organizaciones Ecologistas del 2002**

Sobre las condiciones ambientales para el desarrollo de la biomasa, y en referencia a los cultivos agrícolas energéticos, se establece el criterio de que dichos cultivos deberán cumplir los criterios de agricultura sostenible e incluso siendo aconsejables las prácticas de la agricultura ecológica: no utilizar material vegetal transgénico, no implantarse en terrenos forestales, que presenten balance energético positivo y neutralidad respecto al carbono y que conlleven modelos de explotación agrícola sostenible, en cuanto a uso limitado de labores, pesticidas, fertilizantes químicos y prácticas de conservación del suelo, no contaminación de las aguas y minimización de emisiones atmosféricas.

Respecto de los cultivos forestales energéticos, el Pacto señala que los cultivos *estarán basados en condiciones de sostenibilidad según estándares de certificación forestal independiente y que no se utilizarán terrenos forestales con función de protección de cuencas hidrográficas o e valor para la biodiversidad.*

Una de las maneras de lograr estos objetivos de mejoras ambientales asociadas a los cultivos energéticos sería el condicionar las ayudas a la práctica introducción de sistemas de cultivo sostenibles, que deberían estar regulados por guías de buenas prácticas agrarias, revisadas de acuerdo a la nueva realidad derivada de la introducción a media y gran escala de los cultivos energéticos.

Los estudios realizados hasta el presente parecen indicar que los cultivos energéticos permanentes o de cobertura semi-permanente y de ciclo pluri-anual (praderas, herbáceos vivaces tipo *Cynara* o cultivos leñosos) representan menor uso de insumos agrícolas, mejores efectos en la protección del suelo y las aguas subterráneas, mejores balances de carbono y en general mejores índices de sostenibilidad.

#### ▪ **Aspectos ambientales generales de los cultivos energéticos**

El fundamento del apoyo a la biomasa como fuente renovable en la mayoría de los países desarrollados tiene los siguientes fundamentos <sup>\*1</sup>:

- Orientar la producción agrícola hacia objetivos compatibles con el paradigma de "desarrollo sostenible", impulsando una economía basada en productos de origen biológico y renovable y los bio-materiales y el reciclado
- Apoyo a la nascente industria de la biomasa, bio-energía y los bio-materiales
- Asegurar los objetivos de mejoras medioambientales y de la salud pública

La promoción de los cultivos energéticos tiene un propósito específico y prioritario de carácter ambiental, cuál es la producción de bio-carburantes o biomasa vegetal para su uso como combustible sustitutivo de los combustibles fósiles, con el efecto principal de balance neutro de emisión de CO<sub>2</sub>, y contribución consecuente a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.

Por ejemplo, en proyectos de gasificación de biomasa de residuos forestales y residuos de cultivo, se han medido ratios de energía consumida en todo el ciclo respecto a la energía producida (térmica y eléctrica) de 1:30 y 1:16 <sup>\*2</sup>. Estos ratios son particularmente positivos en el caso de los residuos y la biomasa procedente de tratamientos forestales o cultivos leñosos,

pero son habitualmente mucho menores y por tanto más desfavorables, en la producción de bio-combustibles (entre 1:3 y 1:4).

Por tanto y por regla general, los procesos de uso de biomasa para producción de energía eléctrica tienen índices netos de reducción de gases de efecto invernadero mucho mayores que los procesos de producción de bio-combustibles, lo cual es la lógica consecuencia de una cadena logística mucho más simple y directa y con reducidos consumos energéticos.

Secundariamente, el uso energético de la biomasa presenta un menor impacto ambiental que los combustibles fósiles, por tener menos emisiones contaminantes y menores externalidades ambientales, en el contexto de un análisis tipo de ciclo de vida. Estos beneficios ambientales comparativos no suelen ser reconocidos aún por el mercado, por lo que se justifica la intervención de los poderes públicos en forma de medidas de promoción o ayuda directa o indirecta.

\*1.- "OECD Workshop on Biomass and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies". Vienna July 10-13th, 2.003

\*2.- "Life Cycle Assessment of a biomass gasification combined cycle system". Mann, M.K. y P.L. Spath (1.997). Nacional Renewable Energy Laboratory. Report NREL/TP-430-23076 for US Department of Energy

#### **4. CONCLUSIONES**

El escenario energético internacional está marcado por un incremento muy importante y sostenido de los precios del petróleo y el previsto declive y agotamiento de las reservas mundiales en este siglo XXI.

El mercado mundial de derivados del petróleo muestra un crecimiento limitado, en cambio, del orden del 1,5%, señalando el nacimiento de una nueva era donde se combinan la creciente demanda energética de las sociedades en desarrollo, junto con el problema del cambio climático y las limitaciones ambientales y el carácter finito de los combustibles fósiles. Por estas consideraciones y otras de carácter político estratégico, se considera una prioridad de seguridad, reducir de forma planificada la dependencia de los combustibles fósiles antes de que una crisis mayor fuerce el cambio de un modo imprevisto.

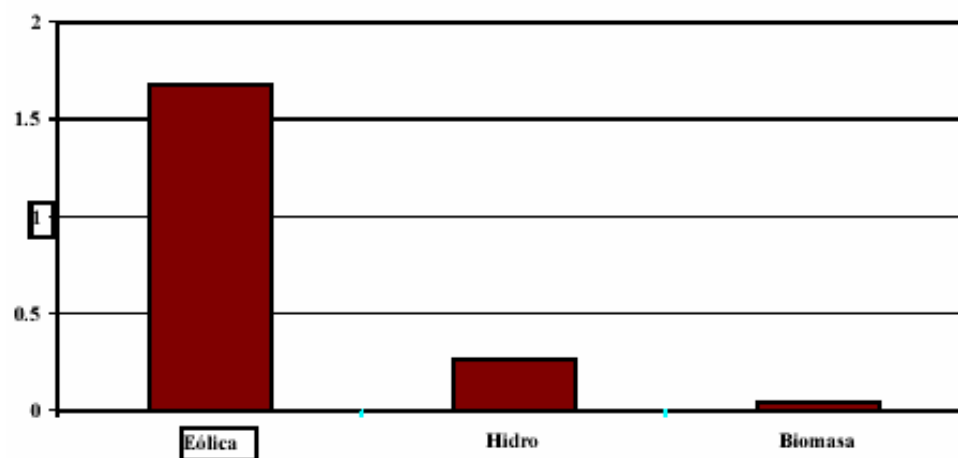
Existen unas excelentes perspectivas aunque no todas las condiciones adecuadas para que se de en los próximos años un gran impulso a la biomasa, los bio-combustibles sólidos los bio-carburantes, así como a los combustibles sólidos recuperados.

Atención a las próximas novedades regulatorias en España en cuanto a primas de generación eléctrica a partir de los distintos tipos de biomasa y bio-combustibles en las distintas instalaciones que pueden condicionar en positivo o negativo las iniciativas del sector en este campo.

A nivel europeo y una vez transcurrido el período de siete años previsto en la Directiva 2001/77/CE para la homogeneización de los marcos regulatorios nacionales en los países de la UE, respecto a la generación eléctrica con fuentes renovables, sería de esperar un definitivo impulso al sector de los bio-combustibles sólidos y combustibles sólidos recuperados, puesto que resulta lógico pensar que la igualación de condiciones se realizará "por arriba".

En la actualidad y dada la coyuntura mencionada se consideran y valoran los aspectos positivos del desarrollo de la biomasa y los cultivos energéticos, también los de carácter ambiental en comparación con el uso de otras fuentes de energía.

*Gráfico 6. Comparación de costes externos para la salud de la generación con diferentes fuentes renovables en España (m€/kWh)*



Fuente: CIEMAT

Sin embargo sería necesario establecer ciertos criterios ambientales para la regulación y priorización del desarrollo del sector de la biomasa para energía y los cultivos energéticos y prevención de sus posibles impactos ambientales negativos:

- I. Queda establecido el principal argumento ambiental favorable a la extensión de los aprovechamientos de la biomasa y sus derivados con fines energéticos, en sustitución de los combustibles fósiles, con el efecto principal de balance neutro de emisión de CO<sub>2</sub>, y contribución consecuente a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.
- II. Por regla general, los procesos de uso de biomasa para producción de energía eléctrica (bio-combustibles sólidos) tienen índices netos de reducción de gases de efecto invernadero mucho mayores que los procesos de producción de bio-carburantes, lo cuál es la lógica consecuencia de una cadena logística mucho más simple y directa y con reducidos consumos energéticos.
- III. En el caso de los bio-carburantes, parece más adecuado el desarrollo del biodiesel (sustitutivo del gasóleo) que el del bioetanol (sustitutivo de la gasolina) en base a la demanda del mercado nacional y al excedente en capacidad de capacidad de refino y producción de gasolina respecto a la demanda interna.
- IV. En cuanto al uso de biomasa y residuos de origen forestal, es necesaria la generalización de los sistemas de certificación forestal y la introducción en la legislación de criterios de sostenibilidad y códigos de buenas prácticas de obligado cumplimiento para la obtención de dicho material, de forma integrada dentro del ciclo de las prácticas forestales.

En cuanto a los cultivos forestales, típicos del aprovechamiento para pasta y papel, deberían prevenirse los riesgos derivados de la introducción de especies genéticamente modificadas, introducción de especies no nativas (el eucalipto en Europa, América Latina...), el monocultivo y en general las prácticas agro-forestales intensivas e industriales.

- V. En cuanto al uso energético de los residuos de origen agrícola y los cultivos energéticos, deberían prevenirse los riesgos derivados de la introducción de

cultivos genéticamente modificados, especies en régimen de monocultivo típicas de los grandes circuitos agro-industriales y en general todas aquellas consecuencias de un modelo de agricultura industrial que amenaza la conservación del suelo, la biodiversidad vegetal y animal asociada, el patrimonio genético vegetal de las especies y variedades autóctonas.

Entre otras razones porque dicha agricultura industrial es también un contribuyente neto al efecto invernadero, a través del consumo intensivo de energía y combustibles, fertilizantes químicos (derivados del petróleo o gas natural) y pesticidas (por ejemplo el bromuro de metilo u otros organoclorados), además del resto de efectos ambientales negativos hoy ya contrastados: contaminación de aguas subterráneas en nitratos y pesticidas, eutrofización de lagos, embalses y ríos, pérdida de suelo por exceso de laboreo, etc.

Estos efectos negativos tienen en los países desarrollados unos graves efectos ambientales, pero en los países en vías de desarrollo pueden tener graves consecuencias sobre "la seguridad y soberanía alimentaria" de su población.

Como orientación general sería conveniente "promover el enfoque agroecológico frente al agro-industrial" para conseguir una agricultura sostenible e integrada en los ecosistemas naturales.

## REFERENCIAS

- Abramovitz, J.N. (2002). *World Summit Policy Briefs # 3*. Worldwatch Institute: World Summit on Sustainable Development. [www.worldwatch.org/worldsummit/briefs/20020416.html](http://www.worldwatch.org/worldsummit/briefs/20020416.html)
- Agglomeration in Fluidized Bed Combustion of Biomass – Mechanisms and Co-Firing with Coal*. Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Conference on Fluidized Bed Combustion. Savannah, Georgia, 1999.
- Anuario de Estadística Agroalimentaria 2002*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 2003, pp. 697.
- Barrio, M., Gobel, B., Risnes, H., Henriksen, U., Hustad, J.E., Sorensen, L.H. *Steam gasification of Wood char and the effect of hydrogen inhibition on the chemical kinetics*.
- Biocombustibles, una alternativa energética para el transporte*. Abengoa Bioenergía. Plantas de producción de Bioetanol de Abengoa en España. PONENCIA. El Escorial. 15 de Julio de 2003, pp. 31.\*
- Biomasa and Agricultura. Sustainability, Markets and Policies*. OECD, 1999, pp. 565.\*
- Castro, M. y Sánchez, C. *Biocombustibles*. Monografías técnicas de energías renovables. Progensa. Sevilla, 1997.
- CEN/TC 335 "Solid biofuels". Standards under development.
- CEN/TC 343 "Solid recovered fuels". Standards under development.
- CEN/TR 14745 "Solid Recovered Fuels". Ref. No. CEN/TR 14745:2003 E.\*
- CEN/TS 14588. Ref. No. CEN/TS 14588:2003 E.\*
- Criterios medioambientales para la utilización de biomasa en la producción de energía*. Greenpeace, Ecologistas en acción, CC.OO., APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables), Madrid, Diciembre 2002, pp. 5.
- Comunicación de la Comisión (1997). Energía para el Futuro: Fuentes de Energía Renovables. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitaria*, pp. 58.

*Contribución de la industria del cemento a la gestión de los residuos en España.* Cuadernos del CER Nº 3. Club Español de los Residuos. 2001, pp. 131.

Coombs, J.; Hedegaard, M.; de Bertoldi, M. (1996). *Soil Fertility and cultivation of energy crops. Studies.* European Commission, Luxembourg, pp. 220.

De Delás, M. *La biomasa en España: análisis global.* APPA (Asociación de Productores de Energías Renovables) PONENCIA. Jornada Hispano Alemana de Biomasa. Madrid, 11 de noviembre de 2004, pp. 44.\*

*Estrategia Regional de Residuos (Castilla y León).* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León, pp. 120.\*

Fernández González, J. (2003). *Agroenergética: Producción de biomasa para fines energéticos.* <http://www.agroinformacion.com/leer-articulo.aspx?not=128>

Fernández, C.A. *Situación del sector de la biomasa.* PONENCIA. Jornada Hispano Alemana de Biomasa. Madrid, 11 de noviembre de 2004, pp. 53.\*

*Growing Power. Renewable solutions by bioenergy technology from Finland.* TEKES, The National Technology Agency, 2004, pp. 40.\*

Hakkila, P. *Developing technology for large-scale production of forest chips.* Wood Energy Technology Programme 1999-2003. Technology Programme Report 5/2003, Interim Report. TEKES, The National Technology Agency, Helsinki, 2003, pp. 54.\*

Jarabo, F. *La energía de la biomasa.* S.A.P.T. publicaciones técnicas. Madrid, 1999.

*La biomasa en Castilla-La Mancha.* "Encuentros Tecnológicos AGECAM (Agencia de Gestión de la Energía de Castilla-La Mancha)". Jornada Técnica sobre Biomasa. "El principal problema de la biomasa: La logística de aprovisionamiento", 2002, pp. 19.\*

Lecocq, F.; Capoor, K. (2003). *State and Trends of the Carbon Market.* A Carbon Finance Product of the World Bank. Washington DC, pp. 28.

Malkow, T. (2004). *Novel and innovative pyrolysis and gasification technologies for energy efficient and environmentally sound MSW disposal.* Waste Management 24, pp. 53-79.

Plan Energético de Andalucía (PLEAN) 2003-2006. Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. Junta de Andalucía, pp. 215.

*Planta de biomasa por combustión de paja en Sangüesa.* EHN.

*Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.* (2005). Oficina Española de Cambio Climático, Universidad de Castilla-La Mancha, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 39.\*

*Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Kyoto, 1997.

*Renewable Energy: Best Practise Projects Yearbook. 2 Biomass.*

*Summary of Operacional Experience with Recent Biomasa Gasification Demonstration Plants.* IEA

OECD, "Workshop on Biomass and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies". Vienna July 10-13th, 2.003

Fernández González, J, "Agroenergética: producción de biomasa para fines energéticos" Revista Agroinformación, Sept 2003

Lafarga, Alberto et al, "Brassica carinata: nuevo cultivo para la producción de biomasa" ITGA Navarra, Junio 2.004

*Anuario de Estadística Agro-alimentaria 2002.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación