

Expectativas del sector de la Bioenergía en Castilla y León

**Informe a Iniciativa
Propia IIP 2/09**



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA
EN CASTILLA Y LEÓN

Informe a Iniciativa Propia IIP 2/09

CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
Comunidad de Castilla y León

Expectativas del sector de la Bioenergía en Castilla y León

Informe a Iniciativa Propia
IIP 2/09



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

Edición electrónica disponible en Internet:
www.cescyl.es/informes/iniciativapropia.php

La reproducción de esta publicación está permitida citando su procedencia.

Edita: Consejo Económico y Social de Castilla y León
C/ Duque de la Victoria, 8, 3ª y 4ª planta. 47001 Valladolid. España
Tel.: 983 394 200 - Fax: 983 396 538
cescyl@cescyl.es - www.cescyl.es

I.S.B.N.: 978-84-95308-40-1

Depósito Legal: VA-250/2009

Diseño y Arte final: dDC, Diseño y Comunicación

Imprime: Gráficas Varona

COMPOSICIÓN DEL PLENO DEL CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL

A 24 DE FEBRERO DE 2009

Presidente: D. José Luis Díez Hoces de la Guardia
Vicepresidentes: D. Jesús María Terciado Valls. *Grupo Empresarial*
D. Agustín Prieto González. *Grupo Sindical*
Secretario General: D. José Carlos Rodríguez Fernández

Consejeros Titulares

GRUPO I. ORGANIZACIONES SINDICALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Unión General de Trabajadores. UGT

D.ª Luz Blanca Cosío Almeida
D. Óscar Mario Lobo San Juan
D. Manuel López García
D. Agustín Prieto González
D.ª Concepción Ramos Bayón
D. Regino Sánchez Gonzalo

• Comisiones Obreras de Castilla y León. CCOO

D. Vicente Andrés Granado
D. Saturnino Fernández de Pedro
D.ª Bernarda García Córcoba
D. Ángel Hernández Lorenzo
D. Esteban Riera González
D.ª Ana M.ª Vallejo Cimarra

GRUPO II. ORGANIZACIONES EMPRESARIALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Confederación de Organizaciones Empresariales de Castilla y León. CEEALE

D. Roberto Alonso García
D. Santiago Aparicio Jiménez
D. Luis Javier Cepedano Valdeón
D. Avelino Fernández Fernández
D. Héctor García Arias
D. Ángel Herrero Magarzo
D. Juan Antonio Martín Mesonero
D. Pedro Palomo Hernangómez
D. Antonio Primo Sáiz
D. Manuel Soler Martínez
D. Roberto Suárez García
D. Jesús María Terciado Valls

GRUPO III

• Expertos designados por la Junta de Castilla y León

D. Francisco Albarrán Losada
D. José Luis Díez Hoces de la Guardia
D. Juan José Esteban García
D. Juan Carlos Gamazo Chillón
D. José Antonio Mayoral Encabo
D.ª Asunción Orden Recio

• Organizaciones Profesionales Agrarias

- Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores
de Castilla y León. ASAJA

D. Donaciano Dujó Caminero
D. José María Llorente Ayuso

- Unión de Campesinos de Castilla y León. UCCL

D. Ignacio Arias Ubillos

- Unión de Pequeños Agricultores
de Castilla y León. UPA

D. Julio López Alonso

• Asociaciones o Federaciones de Asociaciones de Consumidores de Ámbito Regional

- Unión de Consumidores de Castilla y León. UCE
D. Prudencio Prieto Cardo

• Cooperativas y Sociedades Laborales

- Unión Regional de Cooperativas Agrarias
de Castilla y León. URCACyL
D. Lucas Ferreras Zamora

Consejeros Suplentes

GRUPO I. ORGANIZACIONES SINDICALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Unión General de Trabajadores. UGT

D. Mariano Carranza Redondo
D. Modesto Chantre Pérez
D. Gabriel Gómez Velasco
D.ª Francisca Ortega Lorenzo
D. Roberto Rabadán Rodríguez
D. Pablo Zalama Torres

• Comisiones Obreras de Castilla y León. CCOO

D.ª Elsa Caballero Sancho
D. Luis Miguel Gómez Miguel
D.ª Montserrat Herranz Sáez
D. Carlos Julio López Inclán
D.ª Yolanda Rodríguez Valentín
D.ª Beatriz Sanz Parra

GRUPO II. ORGANIZACIONES EMPRESARIALES MÁS REPRESENTATIVAS

• Confederación de Organizaciones Empresariales de Castilla y León. CEEALE

D.ª Sofía Andrés Merchán
D. Bernabé Cascón Nogales
D. Luis de Luis Alfageme
D. Carlos Galindo Martín
D.ª Sonia González Romo
D.ª Mercedes Lozano Salazar
D.ª Sonia Martínez Fontano
D.ª Emiliana Molero Sotillo
D. Luis Carlos Parra García
D. Félix Sanz Esteban
D. José Luis de Vicente Huerta
D. Jaime Villagrà Herrero

GRUPO III

• Expertos designados por la Junta de Castilla y León

D. Carlos Manuel García Carbayo
D.ª M.ª del Rosario García Pascual
D. Modesto Martín Cebrián
D.ª M.ª Jesús Maté García
D. Joaquín Rubio Agenjo
D.ª Isabel Villa Santamarta

• Organizaciones Profesionales Agrarias

- Asociación Agraria de Jóvenes Agricultores
de Castilla y León. ASAJA

D. Lino Rodríguez Velasco
D.ª Nuria Ruiz Corral

- Unión de Campesinos de Castilla y León. UCCL

D. José Ignacio Falces Yoldi

- Unión de Pequeños Agricultores
de Castilla y León. UPA

D.ª M.ª Luisa Pérez San Gerardo

• Asociaciones o Federaciones de Asociaciones de Consumidores de Ámbito Regional

- Unión de Consumidores de Castilla y León. UCE
D.ª Dolores Vázquez Manzano

• Cooperativas y Sociedades Laborales

- Asociación de Empresas de Trabajo Asociado.
Sociedades Laborales de Castilla y León. AEMTA
D. Jesús de Castro Córdova

COMPOSICIÓN DE LAS COMISIONES DEL CES

A 24 DE FEBRERO DE 2009

COMISIÓN PERMANENTE

Presidente	D. José Luis Díez Hoces de la Guardia	EXPERTOS
Vicepresidentes	D. Jesús María Terciado Valls D. Agustín Prieto González	CECALE UGT
Consejeros	D. Ignacio Arias Ubillos D. Juan Carlos Gamazo Chillón D. Héctor García Arias D. Ángel Hernández Lorenzo D. Esteban Riera González D. Roberto Suárez García	UCCL EXPERTOS CECALE CCOO CCOO CECALE
Secretario General	D. José Carlos Rodríguez Fernández	

COMISIONES DE TRABAJO

I. DESARROLLO REGIONAL

Presidente
D. Ángel Herrero Magarzo. CECALE
Vicepresidente
D. Manuel Soler Martínez. CECALE
Consejeros
D. Roberto Alonso García. CECALE
D. Donaciano Dujó Caminero. ASAJA
D. Vicente Andrés Granado. CCOO
D. Óscar Mario Lobo San Juan. UGT
D. Julio López Alonso. UPA
D. José Antonio Mayoral Encabo. EXPERTOS
D. Régino Sánchez Gonzalo. UGT
Secretaria (por delegación del Secretario General)
D.ª Cristina García Palazuelos. CES de Castilla y León

II. ÁREA SOCIAL

Presidenta
D.ª Bernarda García Córcoba. CCOO
Vicepresidente
D. Saturnino Fernández de Pedro. CCOO
Consejeros
D. Santiago Aparicio Jiménez. CECALE
D. Javier Cepedano Valdeón. CECALE
D. Juan José Esteban García. EXPERTOS
D. Lucas Ferreras Zamora. URCACYL
D. José M.ª Llorente Ayuso. ASAJA
D. Antonio Primo Sáiz. CECALE
D.ª Concepción Ramos Bayón. UGT
Secretaria (por delegación del Secretario General)
D.ª Beatriz Rosillo Niño. CES de Castilla y León

III. INVERSIONES E INFRAESTRUCTURAS

Presidenta
D.ª Asunción Orden Recio. EXPERTOS
Vicepresidente
D. Francisco Albarrán Losada. EXPERTOS
Consejeros
D.ª Luz Blanca Cosío Almeida. UGT
D. Manuel López García. UGT
D. Avelino Fernández Fernández. CECALE
D. Juan Antonio Martín Mesonero. CECALE
D. Pedro Palomo Hernangómez. CECALE
D. Prudencio Prieto Cardo. UCE
D.ª Ana María Vallejo Cimarra. CCOO
Secretaria (por delegación del Secretario General)
D.ª Susana García Chamorro. CES de Castilla y León

IV. COMISIÓN ESPECÍFICA PARA LA ELABORACIÓN DEL IIP SOBRE EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN

Presidenta
D. Lucas Ferreras Zamora. URCACYL
Vicepresidente
D. Antonio Primo Sáiz. CECALE
Consejeros
D. Ignacio Arias Ubillos. UCCL
D. Donaciano Dujó Caminero. ASAJA
D.ª Montserrat Herranz Sáez. CCOO
D. Julio López Alonso. UPA
D.ª Sonia Martínez Fontano. CECALE
D.ª Asunción Orden Recio. EXPERTOS
D.ª Francisca Ortega Lorenzo. UGT
D. Prudencio Prieto Cardo. UCE
Secretario (por delegación del Secretario General)
D. Francisco Manuel Díaz Juan. CES de Castilla y León



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL *COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN*

ÚLTIMAS PUBLICACIONES

Informes anuales

Situación Económica y Social de Castilla y León de los años 2003 al 2007

Informes a Iniciativa Propia del CES

- IIP 1/03** El Empleo de los Jóvenes en Castilla y León
- IIP 2/03** Repercusiones y Expectativas Económicas generadas por la Ampliación de la UE en los Sectores Productivos de Castilla y León
- IIP 3/03** Investigación, Desarrollo e Innovación en Castilla y León
- IIP 1/04** Las Mujeres en el Medio Rural en Castilla y León
- IIP 2/04** Crecimiento Económico e Inclusión Social en Castilla y León
- IIP 1/05** Las Empresas Participadas por Capital Extranjero en Castilla y León
- IIP 2/05** La Situación de los Nuevos Yacimientos de Empleo en Castilla y León
- IIP 1/06** La Inmigración en Castilla y León tras los procesos de regularización: aspectos poblacionales y jurídicos
- IIP 2/06** La Evolución de la Financiación Autonómica y sus repercusiones para la Comunidad de Castilla y León
- IIP 3/06** La Cobertura de la Protección por Desempleo en Castilla y León
- IIP 4/06** La Gripe Aviar y su Repercusión en Castilla y León
- IIP 1/07** Incidencia y Expectativas Económicas para los Sectores Productivos de Castilla y León generadas por “la Ampliación a 27” y “el Programa de Perspectivas Financieras 2007-2013” de la Unión Europea
- IIP 2/07** La Conciliación de la vida personal, laboral y familiar en Castilla y León
- IIP 1/08** La Relevancia de los Medios de Comunicación en Castilla y León
- IIP 2/08** El régimen impositivo al que están sometidas las empresas de Castilla y León y su relación con el de otras Comunidades Autónomas
- IIP 1/09** Perspectivas del envejecimiento activo en Castilla y León
- IIP 2/09** Expectativas del sector de la Bioenergía en Castilla y León



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL
COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

ÚLTIMAS PUBLICACIONES

Colección de Estudios

- N.º 6 Aspectos Comerciales de los Productos Agroalimentarios de Calidad en Castilla y León
- N.º 7 El sector de Automoción en Castilla y León. Componentes e Industria Auxiliar
- N.º 8 Aplicación del Protocolo de Kioto para Castilla y León
- N.º 9 Desarrollo Agroindustrial de Biocombustibles en Castilla y León
- N.º 10 Satisfacción de los ciudadanos con el servicio de las Administraciones Públicas
- N.º 11 El Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas en Castilla y León desde la perspectiva de género. Una propuesta a favor de las mujeres asalariadas

Memorias anuales de Actividades

Memoria de Actividades de los años 2003 al 2008



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

ÚLTIMAS PUBLICACIONES

Revista de Investigación Económica y Social

- N.º 6** Premio de Investigación 2003
Valoración económica de bienes públicos en relación al patrimonio cultural de Castilla y León. Propuesta metodológica y aplicación empírica
- N.º 7** Premio de Investigación 2004
Perfil económico y financiero de los cuidados de larga duración. Análisis de la situación en Castilla y León.
Este número también publica el accésit y un trabajo seleccionado
- N.º 8** Premio de Investigación 2005
Participación y representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales. Especial referencia a las previsiones al respecto contenidas en los convenios colectivos de Castilla y León
Este número también publica el accésit y un trabajo seleccionado
- N.º 9** Premio de Investigación 2006
Las disparidades territoriales en Castilla y León: Estudio de la convergencia económica a nivel municipal
Este número también publica el trabajo seleccionado
- N.º 10** Premio de Investigación 2007
Las Universidades de Castilla y León ante el Reto del Espacio Europeo de Educación Superior. Un Análisis de su Competitividad y Eficiencia
Este número también publica el accésit
- N.º 11** Premio de Investigación 2008
Estimación de los beneficios de los ecosistemas forestales regionales para los habitantes de la Comunidad Autónoma de Castilla y León
Este número también publica el accésit



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

PRÓXIMAS PUBLICACIONES

Informes anuales

Situación Económica y Social de Castilla y León en 2008

Informes a Iniciativa Propia del CES

- Integración del sector metal-mecánico de Castilla y León en el ámbito de la fabricación de los sectores aeronáutico y ferroviario
- La atención a la dependencia en Castilla y León

Colección de Estudios

Nº 12 Sectores y subsectores sin regulación colectiva en Castilla y León
Convocado en BOCyL nº 242, de 16-12-2008

Nº 13 Impacto de la transposición de la "Directiva de Servicios"
en Castilla y León
Convocado en BOCyL nº 43, de 04-03-2009

Revista de Investigación Económica y Social

N.º 12 Premio de Investigación 2009
Convocado en BOCyL nº 209, de 29-10-2008

Memorias anuales de Actividades

Memoria de Actividades 2009

PARTE I
INFORME A INICIATIVA PROPIA

EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA
EN CASTILLA Y LEÓN

A. INTRODUCCIÓN	
A.1 Necesidad y oportunidad del Informe	23
A.2 El futuro Plan de la Bioenergía de Castilla y León 2008-2020	24
B. EL INPUT NECESARIO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA: LA BIOMASA	26
B.1 Concepto	26
B.2 Clasificación de los recursos de la Biomasa	27
2.1 <i>Residuos forestales</i>	27
2.2 <i>Residuos ganaderos</i>	29
2.3 <i>Residuos sólidos urbanos</i>	29
2.4 <i>Biomasa derivada de residuos agrícolas</i>	30
2.5 <i>Cultivos energéticos</i>	30
C. PROCEDIMIENTOS PARA APROVECHAR LA BIOMASA CON FINES ENERGÉTICOS	32
C.1 Métodos físico-químicos	32
C.2 Métodos termoquímicos	32
C.3 Métodos biológicos (o bioquímicos)	32
D. GENERACIONES DE BIOCOMBUSTIBLES	33
D.1 Biocombustibles de primera generación	33
D.2 Biocombustibles de segunda generación	35
D.3 Tecnologías avanzadas de tercera y cuarta generación de Biocombustibles	38
D.4 Evolución de las tecnologías de primera y segunda generación: el caso de las plantas integrales de tratamiento o Biorrefinerías	39

E. PANORAMA NACIONAL DE LA BIOENERGÍA	39
E.1 Situación de la Bioenergía en España	39
E.2 Situación de la Bioenergía en Castilla y León	44
F. UN ANÁLISIS DAFO PARA EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN	45
F.1 Principales debilidades	46
F.2 Principales amenazas	47
F.3 Principales fortalezas	48
F.4 Principales oportunidades	51
G. CONCLUSIONES: ESTADO ACTUAL DEL DEBATE SOBRE EL DESARROLLO DE LA BIOENERGÍA	53
H. PROPUESTA DE RECOMENDACIONES FUNDADA EN UNA “ESTRATEGIA WIN-WIN”	54
H.1 En el ámbito tecnológico	54
H.2 En el ámbito científico	55
H.3 En el ámbito económico-social	56
H.4 En el ámbito de la producción primaria	58

PARTE II
DOCUMENTO TÉCNICO

EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA
EN CASTILLA Y LEÓN

1. INTRODUCCIÓN	63
1.1 El contexto	65
1.2 Resumen ejecutivo	69
1.2.1 Fuentes primarias de producción de bioenergía	69
1.2.2 Bioenergía: tecnologías y generaciones	72
1.2.3 Un estado de la cuestión	75
1.2.4 Oportunidades y amenazas en el sector de la bioenergía en Castilla y León	80
1.2.5 Fortalezas y debilidades en el sector de la bioenergía en Castilla y León	84
2. FUENTES PRIMARIAS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA	87
2.1 Biomasa energética: aspectos generales	89
2.1.1 Bioenergía y biomasa	94
2.1.2 Aspectos relevantes para el aprovechamiento energético de la biomasa	96
2.2 Clasificación de los recursos de la biomasa	97
2.2.1 Residuos forestales	98
2.2.2 Residuos ganaderos	103
2.2.3 Residuos sólidos urbanos	106
2.2.4 Biomasa derivada de recursos agrícolas	106
2.2.5 Cultivos energéticos	107
3. BIOENERGÍA: TECNOLOGÍAS Y GENERACIONES	110
3.1 Tecnología, procesamiento y conversión de la biomasa en energía	113
3.1.1 Métodos fisicoquímicos	113
3.1.2 Métodos termoquímicos	114
3.1.3 Métodos biológicos (o bioquímicos)	115
3.2 Biocarburantes de primera generación	115
3.2.1 Fuentes convencionales para la tecnología de primera generación	115
3.2.2 Tipos de biocarburantes	116
3.2.3 Nuevos cultivos para las tecnologías de primera generación	123
3.3 Segunda generación de biocombustibles	124
3.3.1 Fuentes para la tecnología de segunda generación	124
3.3.2 Tecnologías básicas: conversión bioquímica y termoquímica	125
3.3.3 Tipos de biocombustibles de segunda generación	126
3.3.4 Tecnologías avanzadas de tercera y cuarta generación de biocombustibles	136

4. UN ESTADO DE LA CUESTIÓN	141
4.1 Bioenergía en España	143
4.2 Biomasa	144
4.3 Biogás	148
4.4 Biocarburantes para el transporte	150
4.5 Regulación jurídica de la bioenergía en España	156
4.5.1 <i>Normativa de la Unión Europea</i>	156
4.5.2 <i>Normativa del Estado español</i>	157
4.6 Situación de la bioenergía en Castilla y León	162
5. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS EN EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN	171
5.1 Amenazas actuales en el sector de la bioenergía	173
5.1.1 <i>Del contexto general</i>	173
5.1.2 <i>Del marco regulatorio</i>	176
5.1.3 <i>Del sector agroganadero</i>	177
5.1.4 <i>Del sector bioenergético</i>	180
5.2 Oportunidades presentes en el sector de la bioenergía	181
5.2.1 <i>Del contexto general</i>	181
5.2.2 <i>Del marco regulatorio</i>	184
5.2.3 <i>Del sector agroganadero</i>	185
5.2.4 <i>Del sector bioenergético</i>	187
6. FORTALEZAS Y DEBILIDADES EN EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN	193
6.1 Fortalezas	195
6.1.1 <i>Del sector agrario</i>	195
6.1.2 <i>Del sector industrial</i>	197
6.1.3 <i>Del ámbito general de la Comunidad</i>	198
6.2 Debilidades	201
6.2.1 <i>Del sector agrario</i>	201
6.2.2 <i>Del sector industrial</i>	202
6.2.3 <i>De la conexión entre el sector agrario y el sector industrial</i>	203
GLOSARIO DE TÉRMINOS	205
BIBLIOGRAFÍA	211
ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS	217

PARTE III
ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA
EN CASTILLA Y LEÓN

ANEXO I. <i>Unified Bioenergy Terminology (UBET), FAO</i>	
Tabla sobre terminología unificada de Bioenergía de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	227

ANEXO II. <i>État des Énergies Renouvelables en Europe 2008, EurObserv'ER</i>	
Índice de la selección de Tablas y Figuras sobre Panorámica general de las Energías Renovables y sobre situación específica de Biogás, Biocarburantes, Residuos sólidos urbanos y Biomasa sólida	237

PANORÁMICA GENERAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

<i>Tabla 1</i> Distribución de empleo en 2007 por cada sector de Energías Renovables (<i>Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos</i>)	239
<i>Tabla 2</i> Cifra de negocios por sector de Energías Renovables en 2007 en millones de € (<i>Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos</i>)	240
<i>Figura 1</i> Porcentaje de Energías Renovables en el consumo de energía primaria de los países de la UE en 2007	241
<i>Figura 2</i> Porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables en el consumo final de energía de la UE en 2006 y objetivo para 2020	242

BIOGAS

<i>Tabla 3</i> Producción primaria de Biogás en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en Kilotoneladas equivalentes de petróleo)	243
<i>Tabla 4</i> Producción bruta de electricidad a partir de Biogás en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en Gigawatios/hora)	245
<i>Tabla 5</i> Empleo en el sector del Biogás en 2007 (<i>Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos</i>)	246
<i>Tabla 6</i> Cifra de negocios generada por el sector del Biogás durante el período 2006-2007 en millones de € (<i>Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos</i>)	247
<i>Figura 3</i> Comparación de la tendencia actual con los objetivos del Libro Blanco (en millones de toneladas equivalentes de petróleo)	248

BIOCARBURANTES

<i>Tabla 7</i>	Consumo de Biocarburantes en la UE para el transporte rodado en 2006 (en toneladas equivalentes de petróleo)	249
<i>Tabla 8</i>	Consumo de Biocarburantes en la UE para el transporte rodado en 2007, estimación (en toneladas equivalentes de petróleo)	250
<i>Tabla 9</i>	Empleo en el sector de los Biocarburantes en 2007 (Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos)	252
<i>Tabla 10</i>	Cifra de negocios generada durante el período 2006-2007 por el sector de los Biocarburantes en millones de € (Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos)	253
<i>Figura 4</i>	Comparación de la tendencia actual con los objetivos de la Directiva europea de Biocarburantes	254

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

<i>Tabla 11</i>	Producción de energía primaria a partir de Residuos Sólidos Urbanos en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en Kilotoneladas equivalentes de petróleo)	255
<i>Tabla 12</i>	Producción bruta de electricidad a partir de Residuos Sólidos Urbanos en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en Gigawattios/hora)	256

BIOMASA SÓLIDA

<i>Tabla 13</i>	Producción de energía primaria a partir de Biomasa sólida en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en millones de toneladas equivalentes de petróleo)	257
<i>Tabla 14</i>	Producción bruta de electricidad a partir de Biomasa sólida en la UE en 2006 y estimación para 2007 (en Teravatios/hora)	259
<i>Tabla 15</i>	Empleo en el sector de la Biomasa sólida en 2007 (Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos)	260
<i>Tabla 16</i>	Cifra de negocios generada por el sector de la Biomasa sólida durante el período 2006-2007 en millones de € (Alemania, España, Francia, Austria, Polonia, Eslovenia, Países Bajos)	261
<i>Figura 5</i>	Comparación de la tendencia actual con el escenario del Plan de Acción de la Biomasa (en millones de toneladas equivalentes de petróleo)	262



EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN

Informe a Iniciativa Propia IIP 2/09

Aprobado en el Pleno de 24 de febrero de 2009,
del Consejo Económico y Social de Castilla y León

PARTE I
INFORME A INICIATIVA PROPIA

EXPECTATIVAS DEL SECTOR DE LA BIOENERGÍA
EN CASTILLA Y LEÓN

A. INTRODUCCIÓN	
A.1 Necesidad y oportunidad del Informe	23
A.2 El futuro Plan de la Bioenergía de Castilla y León 2008-2020	24
B. EL INPUT NECESARIO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA: LA BIOMASA	26
B.1 Concepto	26
B.2 Clasificación de los recursos de la Biomasa	27
2.1 <i>Residuos forestales</i>	27
2.2 <i>Residuos ganaderos</i>	29
2.3 <i>Residuos sólidos urbanos</i>	29
2.4 <i>Biomasa derivada de residuos agrícolas</i>	30
2.5 <i>Cultivos energéticos</i>	30
C. PROCEDIMIENTOS PARA APROVECHAR LA BIOMASA CON FINES ENERGÉTICOS	32
C.1 Métodos físico-químicos	32
C.2 Métodos termoquímicos	32
C.3 Métodos biológicos (o bioquímicos)	32
D. GENERACIONES DE BIOCOMBUSTIBLES	33
D.1 Biocombustibles de primera generación	33
D.2 Biocombustibles de segunda generación	35
D.3 Tecnologías avanzadas de tercera y cuarta generación de Biocombustibles	38
D.4 Evolución de las tecnologías de primera y segunda generación: el caso de las plantas integrales de tratamiento o Biorrefinerías	39

E. PANORAMA NACIONAL DE LA BIOENERGÍA	39
E.1 Situación de la Bioenergía en España	39
E.2 Situación de la Bioenergía en Castilla y León	44
F. UN ANÁLISIS DAFO PARA EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN	45
F.1 Principales debilidades	46
F.2 Principales amenazas	47
F.3 Principales fortalezas	48
F.4 Principales oportunidades	51
G. CONCLUSIONES: ESTADO ACTUAL DEL DEBATE SOBRE EL DESARROLLO DE LA BIOENERGÍA	53
H. PROPUESTA DE RECOMENDACIONES FUNDADA EN UNA “ESTRATEGIA WIN-WIN”	54
H.1 En el ámbito tecnológico	54
H.2 En el ámbito científico	55
H.3 En el ámbito económico-social	56
H.4 En el ámbito de la producción primaria	58

A. INTRODUCCIÓN

A.1 Necesidad y oportunidad del informe

Existen una serie de factores que vendrían a explicar el protagonismo adquirido en tiempos recientes por el sector de la *bioenergía*.

Un primer factor haría referencia al potencial efecto beneficioso derivado de la sustitución de combustibles minerales y fósiles por un recurso renovable como es la biomasa, con la consiguiente reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), y de emisiones ácidas. Desde esta perspectiva, la actividad bioenergética resultaría beneficiosa al objeto de cumplir los compromisos de control de emisiones adoptados en el *Protocolo de Kioto*, así como las prescripciones contenidas en la *Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre, relativa al régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero*.

Otro factor estaría relacionado con la reducción de la dependencia de combustibles minerales y fósiles, algo sumamente deseable teniendo en cuenta el carácter no renovable de estas fuentes de energía y la volatilidad en los precios del crudo. Una progresiva disminución en la utilización de tales combustibles fósiles sería de suma importancia para reducir la elevada dependencia energética de la UE y particularmente de España, que "importa" más del 80% de su energía del exterior (véase *gráfico 2.1 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Una última razón explicativa del relativo auge del sector bioenergético estaría relacionada con las potencialidades que las actividades relacionadas con la obtención de biomasa y la generación de energía derivada de la misma pudieran desplegar desde el punto de vista del desarrollo rural.

La demanda industrial de determinados productos agrarios vinculados con la obtención de bioenergía serviría así para revitalizar y dinamizar la actividad agraria, lo cual parece sumamente necesario ante el escenario de progresiva disminución de ayudas que ha supuesto la última reforma de la PAC.

El aprovechamiento energético de la biomasa adquiere así un protagonismo creciente en la búsqueda de alternativas que permitan el mantenimiento y enriquecimiento del tejido social y económico en las áreas rurales.

La producción de bioenergía necesita, como recurso de partida esencial, de inputs forestales y agrarios para alimentar el proceso. Ello supone que el sector primario

puede convertirse en un eslabón decisivo en la cadena del valor del *output* bioenergético, cadena de valor compleja (véase *gráfico 2.2 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Pues bien, sin desdeñar en absoluto ninguno de los aspectos anteriores, es esta perspectiva de la bioenergía como factor dinamizador del desarrollo rural, la que puede resultar más interesante para Castilla y León, teniendo en cuenta las características específicas de nuestra Comunidad.

Considera el Consejo que fomentar el uso del producto final es, en cierto modo, una manera de incentivar la producción agrícola y forestal, y por tanto una forma de favorecer el sector primario.

Ahora bien, conviene recordar que una Estrategia dirigida a impulsar el consumo o la elaboración de bioenergía, no implica necesariamente una mayor demanda en el sector agrario o forestal nacional, regional o local, puesto que en el contexto económico actual es posible que dicha demanda se traslade a productores del resto del mundo.

Por otra parte, no todos los grupos vinculados con la actividad de producción de bioenergía a lo largo de la cadena de valor presentan objetivos coincidentes, aun dentro de un mismo espacio geográfico, por lo que estrategias o cambios que puedan beneficiar a alguno de tales grupos podrían resultar neutrales o incluso perjudiciales para el resto.

Una estrategia que tuviera en cuenta los intereses de todos los grupos vinculados en la producción bioenergética (*Estrategia win-win*), incluso en un contexto incierto como el actual, y que en la mayor medida posible, y dentro de los límites establecidos por la profusa normativa europea y nacional en la materia (que se analiza en el *Epígrafe 4.5 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*), tendiera a conseguir que los beneficios de toda índole generados como consecuencia de esta actividad a lo largo de toda la cadena de valor se localizaran en Castilla y León, sería, a juicio del CES, muy adecuado para nuestra Comunidad Autónoma de Castilla y León.

A.2 El futuro Plan de la Bioenergía de Castilla y León 2008-2020

Durante el primer semestre del año 2009 se aprobará, previsiblemente, el *Plan de la Bioenergía de Castilla y León 2008-2020*, elaborado conjuntamente por la Consejería de Medio Ambiente, por la Consejería de Agricultura y Ganadería por medio del Instituto Tecnológico Agrario (ITACyL) y por la Consejería de Economía y Empleo por medio del Ente Público Regional de la Energía (EREN), junto con unas 105 entidades relacionadas con el sector bioenergético participantes a lo largo de todo el proceso de realización del documento.

El Plan establece una Estrategia a partir de un estudio del contexto energético dentro del que se desagrega entre un análisis de los recursos y un análisis de aplicaciones y a partir, asimismo, de una serie de Principios Rectores que informan todas las medidas y actuaciones. Tales Principios son:

- > Principio de desarrollo rural e interés social.
- > Principio de desarrollo ambientalmente sostenible.
- > Principio de diversificación energética.
- > Principio de desarrollo económico y empresarial.
- > Principio de uso de los recursos regionales.

Según los últimos avances efectuados sobre el futuro Plan, entre las alrededor de 60 medidas en que se articula la Estrategia del mismo, cabe distinguir entre medidas relativas a los recursos, medidas relativas a las aplicaciones y medidas de carácter transversal.

Como medidas relativas a los recursos, parecen revestir una especial relevancia las siguientes:

- > La elaboración de un Plan de Movilización de la madera con la finalidad de incrementar la oferta de recursos.
- > La aprobación de un Programa Regional de cultivos energéticos.
- > Concluir el aprovechamiento de biogás en vertederos.
- > La mejora en la gestión de residuos ganaderos y de industrias agroalimentarias.
- > La realización de un Inventario detallado de todos los residuos que puedan ser valorizados como Bioenergía.
- > El fomento y apoyo a la agrupación de productores de Biomasa.

Entre las medidas más destacadas en las aplicaciones habrían de ser mencionadas las siguientes:

- > La planificación de la generación eléctrica.
- > La mejora de los programas de subvención a equipos.
- > La incorporación de calderas de biomasa en edificios oficiales.
- > La utilización de biocarburantes en vehículos oficiales.
- > La promoción de I+D+i en equipos, tecnologías y procesos.

Finalmente, dentro de las medidas transversales corresponde mencionar las siguientes:

- > El establecimiento de un servicio de asesoramiento en materia de Bioenergía para PYMES.
- > La realización de cursos de formación destinados a profesionales.

- > La elaboración de manuales de Biomasa específicos para grupos sectoriales.
- > La promoción del consumo de pelets.
- > La normalización de los biocombustibles.
- > La instalación de redes de calefacción centralizada.
- > La creación de un Observatorio Regional de la Bioenergía.

Esta estrategia, para el desarrollo de la cuál se prevén inversiones por valor de unos 1.300 millones de euros, pretende la consecución de una serie de objetivos para el año 2020, entre los que, según los últimos avances, merecerían destacarse los siguientes:

- > Se prevé que la valorización energética de la Biomasa aumente progresivamente a lo largo de todo el periodo de vigencia del Plan, hasta que en el año 2020 ascienda a 2.000 Ktep (Kilotoneladas equivalentes de petróleo) al año.
- > Alcanzar una potencia eléctrica instalada de 250 MWe para abastecer de electricidad a 450.000 hogares.
- > Alcanzar al final del periodo una comercialización anual de materias primas para la generación de este tipo de energías de 400 millones de euros y la venta de 600 millones al año en productos terminados (ya sea electricidad, calor o biocombustibles).
- > Conseguir la creación de alrededor de unos 4.500 empleos relacionados con todo el sector bioenergético.
- > Proporcionar calefacción con aplicaciones derivadas del aprovechamiento bioenergético para unas 250.000 personas.
- > Cumplir con el objetivo fijado por la UE de sustituir el 10% de los combustibles fósiles utilizados en el transporte por combustibles de origen renovable.
- > La aprobación del Plan sumaría nuestra Comunidad Autónoma a las Regiones, como por ejemplo **Hessen** (Alemania) o **Karelia del Norte** (Finlandia), y Estados, como **Holanda** o **Bulgaria**, que ya cuentan con Planes de Bioenergía dentro de la UE conforme a las recomendaciones de la Comisión Europea.

B. EL INPUT NECESARIO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÍA: LA BIOMASA

B.1 Concepto

Los textos legales, tanto comunitarios como nacionales (incluida la última norma nacional de referencia en la materia, la *Orden ITC/2877/2008, de 9 de octubre, por la que se establece un mecanismo de fomento del uso de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte*) vienen definiendo la biomasa

como “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”.

El término bioenergía es utilizado, por tanto, para referirnos a aquel tipo de energía renovable que se obtiene a partir de la *biomasa*.

La obtención de la bioenergía requiere el empleo de procesos de conversión, ya sean termoquímicos (por ejemplo, la combustión directa), bioquímicos (como la fermentación alcohólica), físico-químicos (prensado y extracción), o incluso, una combinación de algunos de los procesos mencionados.

Para apreciar la viabilidad económica de un proceso de conversión de biomasa en energía resulta imprescindible evaluar ciertas características y parámetros técnicos como son la propia *composición química de la Biomasa*, que determina el tipo de biocombustible o subproducto energético que se puede generar; el *estado físico de la materia prima*, que puede hacer necesario un tratamiento previo de la biomasa; los *procedimientos de recolección, transporte y manejo de la biomasa*; la propia *humedad de la biomasa*, puesto que de ser dicha humedad superior a la apropiada se han de adoptar procesos adicionales de acondicionamiento previos al uso energético, o la *densidad aparente de la biomasa*.

B.2 Clasificación de los recursos de la biomasa

Si bien en los últimos tiempos el término *biomasa* parece referirse predominantemente a cultivos energéticos, esta aparente equivalencia debe ser rechazada, puesto que son muchos los recursos procedentes de la biomasa que pueden ser utilizados para la extracción de energía, y con la enorme ventaja de que alguno de estos recursos, particularmente los residuos ganaderos y los residuos sólidos urbanos, estarían de otro modo en gran medida destinados a ser desechados.

2.1 Residuos forestales

En la actualidad, la materia orgánica derivada de recursos leñosos se utiliza de manera creciente para aplicaciones térmicas, estando la explotación de este recurso fundamentalmente relacionada con el aprovechamiento de las explotaciones madereras y las actividades silvícolas.

En relación a la bioenergía que se extrae a partir de residuos forestales conviene distinguir entre biomasa forestal indirecta y biomasa forestal recuperada.

BIOMASA FORESTAL PRIMARIA

Esta clasificación hace referencia a la utilización de la biomasa como materia prima destinada a productos comercializables (corcho, pasta para celulosa, etc.) o bien en la producción de energía a partir de los recursos forestales primarios (la denominada *dendroenergía*).

Esta forma de producción de energía representa más del 14% de la energía primaria total del planeta, siendo de suma importancia para los países en desarrollo, si bien los países en vías de desarrollo han experimentado un crecimiento significativo en el uso de recursos forestales primarios como combustible para la producción de energía, y ello porque la biomasa forestal ha de considerarse sin duda alguna como una de las fuentes de energía más respetuosas con el medio ambiente, además de la ventaja adicional que para muchos países puede representar en términos de asegurarse una mayor independencia energética, así como la ventaja económica que supone la utilización de esta forma de producción de energía en lugares cercanos a explotaciones madereras.

Ha de decirse sin embargo que la *dendroenergía* generada a partir de recursos forestales primarios también presenta dificultades, en la medida que tal aprovechamiento requiere de sistemas adecuados y correctamente ejecutados para evitar una disminución de la fertilidad y del contenido de la materia orgánica del suelo.

Igualmente, es precisa una buena planificación y la utilización de tecnologías avanzadas para disminuir todos los costes que supone el proceso de gestión.

BIOMASA FORESTAL INDIRECTA

En este caso, la referencia se sitúa en los residuos procedentes de los procesos de producción de *industrias madereras de primera transformación* (que procesan directamente el material leñoso proveniente del monte) o *de segunda transformación* (que procesan los productos de las industrias de primera transformación para su conversión en productos comercializables), algunos de los cuales tienen aplicaciones energéticas.

BIOMASA FORESTAL RECUPERADA

Existe la posibilidad de explotación energética de residuos leñosos generados como consecuencia de actividades ajenas al sector forestal, aunque factores como los elevados costes de adquisición, transporte y procesamiento, así como la dificultad de separar en origen, suponen todavía una escasa utilización de la explotación energética de los *residuos procedentes de la demolición o de la construcción*, mas en nuestra Comunidad debe destacarse la aprobación en 2008 en virtud del *Decreto 54/2008 del Plan Regional de ámbito Sectorial de Residuos de Construcción y Demolición* y cuyo proyecto fue objeto del *Informe Previo del CES 8/2008*. Este Plan, sin embargo, no parece contener ningún objetivo específico de reciclaje de la madera.

En cualquier caso, independientemente de esta clasificación de la biomasa forestal a efectos energéticos, parece que las oportunidades más prometedoras en la producción de bioenergía a partir de la madera se vinculan a la explotación de especies aún no utilizadas por la industria, principalmente cultivos energéticos leñosos. Ello favorecería la utilización sostenible de los bosques, a lo que se sumaría la posibilidad de hacer una explotación ordenada y sostenible de los bosques secundarios, que no pueden ser utilizados para la industria maderera, pero que brindan oportunidades para el sector de la bioenergía.

2.2 Residuos ganaderos

Son residuos muy heterogéneos en la medida que estarían comprendidos dentro de este grupo las deyecciones de animales así como los restos de alimentos, entre otros. Se clasifican en *estiércoles y purines*, contando estos últimos con una mayor proporción de agua en su composición.

La intensificación de la producción ganadera ha supuesto un exceso de residuos, lo que unido a la cantidad de sustancias químicas que contienen y que puede afectar a la productividad de la tierra, así como a la calidad de las aguas, hace aconsejable destinar esta clase de desechos a la obtención de bioenergía.

Ahora bien, en el caso concreto de los purines, debido a su alto contenido en humedad, el uso de procesos termoquímicos para su conversión en bioenergía no parece muy adecuado, al suponer una pérdida irrecuperable de agua. Es por ello que la digestión anaeróbica de tales residuos sería lo más adecuado teniendo en cuenta sus propiedades biológicas.

El Reglamento CE nº 1774/2002, de 3 de octubre, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las normas sanitarias de subproductos animales no destinados a consumo humano, recoge en su artículo 15 los condicionantes a cumplir para la autorización de plantas de biogás y de compostaje.

En la actualidad, modernas instalaciones denominadas de co-digestión, permiten el procesamiento de purines y otros residuos orgánicos, en proporciones aproximadas de 70-30% en una instalación de cogeneración que utiliza el metano obtenido en los biodigestores para la producción de calor y electricidad, que puede ser vertida a la red (véase *gráfico 2.6 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

2.3 Residuos sólidos urbanos

Este grupo de residuos se compone de la *fracción orgánica de los residuos urbanos*, que son definidos por la *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos*, en su artículo 3 como *“los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su*

naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades". La utilización de la fracción orgánica de los residuos urbanos como combustible para compostaje está relativamente extendida, de acuerdo a los requisitos y exigencias del *II Plan Nacional de Residuos Urbanos 2007-2015*.

En Castilla y León debe hacerse mención a la "*Estrategia regional de Residuos de la Comunidad de Castilla y León 2001-2010*" aprobada por *Decreto 74/2002* y que en consonancia con la legislación de la Unión Europea y estatal en la materia (particularmente la citada *Ley 10/1998, de Residuos*) se articula en base al denominado *principio de jerarquía en la gestión de los residuos* primando la prevención frente al resto de sistemas de gestión, y entre éstos se favorece la reutilización, reciclado o valoración material, valoración energética (caso que ocupa a este Informe) y, sólo como último recurso, el vertido.

Particularmente y por lo que se refiere a la valoración energética, han de mencionarse la energía térmica generada por los procesos de incineración de residuos, así como los procesos de compostaje o "disposición controlada", consistentes en el almacenamiento de residuos bajo tierra y la obtención de gases utilizables con fines energéticos, como el biogás y la posibilidad de recuperación de metano en los vertederos.

2.4 Biomasa derivada de residuos agrícolas

Los residuos derivados de la biomasa agrícola están constituidos por los desechos de la actividad agrícola, así como por los restos que se derivan de las podas o limpiezas realizadas para mejorar la producción agrícola.

En España, los principales residuos herbáceos son la paja de cereal y el cañate (tallo) de maíz, mientras que los principales residuos leñosos son los derivados de los olivos y viñedos, ocupando en ambos casos Castilla y León una posición de preeminencia en su producción.

Un problema que presentaría el sector bioenergético en base a estos recursos, es que debido a que los residuos agrícolas dependen de lo que se coseche efectivamente en un territorio y período determinado, resulta difícil planificar su producción.

2.5 Cultivos energéticos

Son aquellos destinados específicamente para la producción de energía en cualquiera de sus formas (térmica, eléctrica o para el transporte).

Las principales dificultades para el desarrollo de los cultivos energéticos son, entre otras, las siguientes:

- > Conocer los cultivos energéticos potenciales en cuanto a su manejo, adaptación a las distintas zonas agrícolas, adaptación a plagas y sequías así como a tierras que, en su caso, no gocen de alta productividad.

- > Teniendo en cuenta los factores anteriores, han de seleccionarse los cultivos energéticos más productivos (con el objetivo de que la energía que se desprende de la biomasa sea superior a la que requiere su transformación en bioenergía y a la que ha sido necesaria para su cultivo).
- > Conseguir que la rentabilidad alcance niveles competitivos y lograr que se desarrolle adecuadamente una cadena logística respecto de cada cultivo, de manera que se consolide un mercado estable, favoreciendo la diversificación del mercado agrario a favor de los agricultores profesionales y de los productores de biocombustibles.

Con respecto a las clases de cultivos energéticos existentes, se puede realizar una clasificación en función al tipo de biomasa y biocombustibles que corresponde, distinguiendo así:

- > **Cultivos oleaginosos.** Son utilizados para la producción de biodiésel. Los cultivos tradicionales son la palma aceitera, la soja, el girasol, la colza así como otros menos utilizados como el algodón o el ricino. En la actualidad se busca la implantación de otros cultivos alternativos como la *Jatrofa*, la *Brassica Carinata* (Colza etíope) o la *Camelina Sativa*.

En nuestro país ha alcanzado una cierta difusión como cultivo alternativo el *cardo*. Se trata de una especie herbácea perenne, que precisamente por esta característica, se presenta como apta para la recuperación de zonas áridas, además de ser un cultivo rentable que puede llegar a suponer producciones medias de biomasa de 15 toneladas de materia seca por hectárea y año.

- > **Cultivos alcohólicos.** Se trata de cultivos con alto contenido en azúcar y almidón, utilizados para la producción de bioetanol. Tradicionalmente se vienen utilizando el maíz, la caña de azúcar, el trigo, la cebada, la remolacha y la yuca. Como cultivos alternativos deben ser destacados el sorgo o la chumbera además de la *pataca*, cultivo de tipo perenne de un considerable interés en nuestro país en la última década.
- > **Cultivos lignocelulósicos.** Comprenden tantos cultivos leñosos (como el eucalipto o el chopo), como herbáceos (*Cynara*, *Mischantus*, *Switchgrass*). Estos cultivos cuentan con grandes perspectivas de desarrollo por sus altos rendimientos en producción de bioenergía por hectárea. En nuestro país debe destacarse el *sorgo papelero*, que requiere pocos fertilizantes y poco riego.

C. PROCEDIMIENTOS PARA APROVECHAR LA BIOMASA CON FINES ENERGÉTICOS

La tradicional distinción entre biomasa destinada a aplicaciones térmicas o eléctricas y biomasa destinada a biocarburantes para el transporte, va perdiendo paulatinamente su razón de ser a medida que el desarrollo tecnológico permite tratar de manera unificada los procesos y tecnologías de conversión de biomasa tanto en biocombustibles como en electricidad, abandonando así la idea de que es preciso optimizar de manera separada cada uno de los productos finales.

Sin embargo, por razones de conveniencia expositiva, parece conveniente señalar brevemente los distintos métodos y procedimientos que de ordinario vienen siendo aplicados para la conversión de la biomasa en energía.

C.1 Métodos físico-químicos

Los procesos físicos hacen referencia a los procedimientos previos de tratamiento de los *inputs* que son necesarios para preparar y acondicionar la biomasa para procedimientos posteriores, lo cuál se consigue mediante la *densificación* y *homogeneización*.

En relación a los procesos químicos, estos consisten, entre otros, en la esterificación de los compuestos para obtener combustibles líquidos.

C.2 Métodos termoquímicos

Consisten en someter la biomasa a determinadas condiciones de presión y temperatura para transformarla en combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. En función de la cantidad de oxígeno involucrada cabe distinguir entre: *Combustión directa*, ideal para la obtención de energía térmica en viviendas o industrias; *Pirólisis*, por el cuál se lleva a cabo la descomposición de la materia obteniéndose una mezcla en parte sólida en parte líquida y en parte gaseosa con un gas de gran importancia, puesto que puede servir de base para a producción de metanol con potencial para sustituir a la gasolina en los motores de combustión interna; *Gasificación*, una especie de pirólisis que optimiza las propiedades del gas anteriormente mencionado y reduce significativamente la obtención de materia sólida.

C.3 Métodos biológicos (o bioquímicos)

Se aprovecha la acción de microorganismos dirigidos a la propia composición química de la biomasa para producir combustibles líquidos y gaseosos. Cabe distinguir: la *Digestión anaeróbica*, a través de la que se obtiene fundamentalmente biogás;

la *Fermentación alcohólica*, para la obtención de etanol o de alcoholes o bioalcoholes; la *Fotoproducción de combustibles* por la que se obtiene hidrógeno aprovechable como combustible o para la producción de energía eléctrica.

D. GENERACIONES DE BIOCOMBUSTIBLES

D.1 Biocombustibles de primera generación

Los *biocombustibles líquidos* llamados de “*primera generación*” son elaborados principalmente a partir de cultivos alimentarios, y son los que han alcanzado una etapa de desarrollo más avanzada asociada a los bajos precios en el mercado agrícola.

Dentro de esta categoría, los biocombustibles con mayor desarrollo industrial y comercial hasta la fecha han sido el bioetanol, principalmente a partir de caña de azúcar y de maíz y el *biodiésel*, a partir de semillas oleaginosas.

Los Estados Unidos, a partir básicamente de la hidrólisis y fermentación del almidón contenido en el maíz, y Brasil, a partir de la fermentación de la caña de azúcar, concentran aproximadamente el 90% de la producción mundial de *bioetanol*.

Por el contrario, en el caso del biodiésel, es la Unión Europea el mayor productor del mundo, con aproximadamente el 90% de la producción total, principalmente a partir de aceite de colza.

Conviene recordar la existencia en nuestro país de una tarifa *cero en el Impuesto especial de Hidrocarburos* hasta el 31 de diciembre de 2012 respecto del *biodiésel*, *bioetanol* y *biometanol* (metanol obtenido a partir de biomasa) cuando sean usados como carburantes o combustibles (véase *Epígrafe 4.5 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Tipos de Biocombustibles de primera generación

BIODIÉSEL

Este biocombustible es un sustituto del diésel y se deriva principalmente de aceites vegetales tales como los de la colza –materia prima primordialmente utilizada en Europa–, soja, girasol o palma, aunque también de grasas animales y aceite reciclado. Un parámetro importante a la hora de escoger un cultivo como base de la producción de biodiésel es el rendimiento oleico del cultivo utilizado (véase *cuadro 3.1 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

El proceso más común para la producción del biodiésel es el de la *transesterificación* llevado a cabo en un reactor y del que se obtiene, como residuo, glicerina, que puede ser utilizada en sectores industriales o vinculados a la alimentación animal o

a la industria farmacéutica. Sin embargo, la obtención de este residuo comienza a ocasionar un considerable problema de gestión, en tanto que en el momento actual la oferta de glicerina comienza a ser más elevada que la demanda, por lo que en la actualidad se están investigando usos alternativos a los tradicionales.

En España, la fabricación de biodiésel ha venido realizándose a partir de aceite de girasol y de aceite de soja, si bien en la actualidad se están realizando pruebas con aceite de colza y con Brassica Carinata.

BIOETANOL

El bioetanol es un producto químico que se deriva de un proceso de fermentación de los azúcares que se encuentran en las plantas en forma de sacarosa, celulosa, hemicelulosa y almidón.

La biomasa unida a levadura se somete a un proceso de *molido húmedo* (en el que se obtienen subproductos como la dextrosa, sirope o fructosa) o de *molido en seco* (en el que se obtienen granos secos de destilería con solubles que pueden ser reutilizados como alimento de ganado) tras lo que se lleva a cabo un *proceso de fermentación*.

Cuando la materia prima son cereales, se requiere un paso previo de sacarificación, tras lo cuál el producto debe ser destilado para eliminar la levadura y los subproductos, para luego ser deshidratado y lograr un resultado con un 95% a 98,5% de concentración de bioetanol. El rendimiento alcohólico de las diferentes materias primas se convierte así en un factor relevante (véase *cuadro 3.3 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*), aunque el factor más relevante a la hora de determinar los costes parece ser la materia prima empleada (véase *cuadro 3.4 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

BIOBUTANOL (BIOGASOLINA)

Es un alcohol que puede ser obtenido a partir de biomasa azucarera y/o amilácea, pero obtenido a través de un proceso diferente de fermentación y destilación, conocido como el *proceso ABE* (acetona-butanol-etanol).

Si bien el biobutanol presenta una densidad energética un 30% mayor al bioetanol (además de otras ventajas), todavía no se encuentra desarrollado en fase comercial.

BIOGÁS

El biogás se produce por la digestión anaeróbica, a través de la acción de microorganismos en un ambiente sin oxígeno, de la materia orgánica biodegradable utilizada (principalmente, biomasa proveniente de la industria agropecuaria así como

residuos municipales orgánicos) y tiene como usos energéticos principales la generación de electricidad y calor, pero además puede ser utilizado como combustible en motores de combustión previas ciertas modificaciones en tales motores.

Algunas de las ventajas de la producción de biogás a través de la digestión anaeróbica son que previene la liberación de metano al aire, reduce la contaminación de las aguas y contribuye a la conservación de los suelos mediante los lodos residuales generados en el proceso.

ACEITE VEGETAL PURO (AVP)

Es elaborado a través de un proceso de prensado y filtrado de plantas oleaginosas, presentado un consumo energético en su proceso de producción inferior al que presentan el biodiésel y el bioetanol.

Si bien la utilización de AVP como carburante para el transporte requiere modificaciones de importancia sobre el sistema de combustión del motor, una vez realizadas, dicho motor será capaz de funcionar con cualquier combinación de biodiésel o de gasóleo por lo que ya está relativamente extendido como combustible para el transporte industrial en países como Alemania.

D.2 Biocombustibles de segunda generación

El interés creciente en desarrollar tecnologías de producción de biocombustibles a partir de *biomasa celulósica* se fundamenta, entre otras, en las siguientes razones:

- > Una amplia variedad de cultivos de segunda generación son aptos para crecer en suelos degradados y fértilmente pobres, lo cuál serviría para rentabilizar tierras hasta ahora poco utilizadas y para reducir el impacto agroalimentario de destinar tierras aptas para la agricultura con el fin de producir energía.
- > La utilización de tales tecnologías de segunda generación podrían suponer una reducción considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, en comparación con los procesos de producción basados en combustibles fósiles. La utilización de cosechas permanentes, maderas y residuos, así como la minimización del uso de fertilizantes, y el uso de biomasa y otras fuentes renovables para el proceso de producción, conduce principalmente a la notable disminución de emisiones de CO₂ al ser absorbido por la biomasa durante su propio ciclo de vida.
- > La explotación de biomasa celulósica daría lugar a una mayor cantidad de materia prima por hectárea para su conversión en biocombustibles, en comparación con las tecnologías convencionales, que sólo llegan a explotar una fracción del material vegetal.

Los cultivos de segunda generación presentan, sin embargo, una desventaja frente a los de primera generación, cual es que una de las características moleculares que

definen la biomasa celulósica es la de su *fuera de tensión*, lo que supone que el proceso de transformación para la obtención de biocombustibles se haga más difícil en comparación con la obtención proveniente del resto de la biomasa, mas esta desventaja puede suponer una ventaja cuando se trata del almacenamiento, el mantenimiento de la calidad y la resistencia al deterioro de la materia prima.

Tipos de Biocombustibles de segunda generación

BIOETANOL DE LIGNOCELULOSA

El bioetanol puede obtenerse a partir de la biomasa lignocelulósica, que se encuentra en forma de madera o paja, o incluso en residuos urbanos sólidos, que están compuestos por celulosa, hemicelulosa y lignina como sustancias principales. Una gran variedad de combustibles pueden ser obtenidos a partir de material lignocelulósico. Aunque actualmente la investigación se encuentra principalmente orientada hacia su utilización para obtener bioetanol, también existe interés en producir otros componentes químicos y biocombustibles a través de estas tecnologías.

La obtención de bioetanol a partir de material lignocelulósico es más laboriosa y costosa que por medio de la fermentación azucarera y almidonera, debido principalmente a la dificultad química en la transformación de sus polímeros más complejos, que requiere un pretratamiento adicional donde el material lignocelulósico sea separado en sus tres componentes principales (celulosa, hemicelulosa y lignina) y se hidroliza la hemicelulosa en azúcares, para posteriormente realizar la hidrólisis propia de la celulosa.

Es por ello que la producción de bioetanol mediante esta tecnología se encuentra actualmente en una etapa de investigación y desarrollo de la cuál depende la reducción en el coste del proceso e incluso la posibilidad de obtención de otros biocombustibles y componentes químicos a partir de la lignocelulosa.

SYNGAS (GAS SINTÉTICO)

El *syngas* está compuesto fundamentalmente por monóxido de carbono e hidrógeno, por lo que su utilización directa como fuente energética en aplicaciones eléctricas o térmicas no presenta complicaciones.

Además, sus características químicas le atribuyen un papel focal en la producción de otros biocombustibles sintéticos, como el diésel sintético (BLT), el metanol, el gas natural biosintético, etc.

El estado actual de la técnica está haciendo cada vez más viable la posibilidad de aplicar procesos de gasificación de la biomasa derivada de residuos agrícolas, forestales, urbanos o cultivos energéticos, con lo que no cabe duda del impulso que este proceso puede suponer a las energías renovables, en general, y a la bioenergía en particular.

SYNDIÉSEL (BTL)

A través de un proceso catalítico realizado en condiciones de temperatura y presión específicas, el denominado *proceso Fischer-Tropsch* (FT), es posible transformar el gas natural o el syngas en un biocombustible líquido de características y utilidades similares a las del gasóleo.

En el momento actual, se están realizando importantes inversiones en I+D+i para determinar la viabilidad económica y técnica de la aplicación de este proceso para la transformación de biomasa sólida en biocombustibles para el transporte, con el paso intermedio de la gasificación.

GAS NATURAL BIOSINTÉTICO

Es otra posibilidad en la obtención de gas natural a partir de biomasa, además del biogás.

Por el momento, no se han obtenido resultados satisfactorios en la producción de este gas, aunque se espera que pueda complementarse con una coproducción integrada junto a biocombustibles obtenidos mediante tecnologías FT.

METANOL

Se produce por reacción de síntesis a partir de gas natural, carbón y biomasa, sobre todo para la satisfacción de diferentes objetivos en la industria química, aunque puede ser utilizado como combustible para el transporte en los motores de combustión interna y para la producción de energía eléctrica.

DIMETIL ÉTER (DME)

Es un combustible sintético que puede obtenerse a partir de carbón, gas natural o biomasa, y que puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica o como combustible de alta calidad susceptible de utilizarse en motores diésel, sin necesidad de modificación alguna de los mismos, y con menores emisiones de gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles y frente a los otros biocombustibles.

DIÉSEL POR PIRÓLISIS VERDE

Mediante un proceso especial de pirólisis en el que se produce la descomposición térmica de la biomasa en un espacio con ausencia de oxígeno, se obtienen bioaceites con eficiencias térmicas similares al gasóleo, que pueden ser utilizados como diésel, previas modificaciones en motores.

Sin embargo, quizás la más importante aplicación que puedan tener estos bioaceites en un futuro próximo es que pueden ser utilizados como *input* en la producción de *syngas*.

Los elevados costes de capital destinados a las instalaciones de producción no permiten, por el momento, que el denominado "*diésel verde*" sea un producto comercialmente rentable.

DIÉSEL HTU

El proceso conocido como *hydrothermal upgrading* (HTU), en fase experimental, permitiría la utilización energética de biomasa con un alto grado de humedad. Es esta una tecnología que presenta buenas perspectivas, sobre todo vinculada a otras en una biorrefinería.

CARBURANTE SERIE-P

El carburante serie-P (*P-series fuel*) es un combustible “alternativo”, resultado de una mezcla de etanol, metil-tetra-hidrofurano (MTHF), pentanos, alcanos y butano. El MTHF tiene un número de octanaje de 87, el mismo que la gasolina de octanaje básico, y puede ser producido mediante deshidratación de pentosa y azúcares de glucosa.

La producción de MTHF, además, puede convertirse en parte de los mecanismos de procesamiento utilizados en las modernas biorrefinerías para lograr mayores eficiencias térmicas y económicas que en los procedimientos separados.

D.3 Tecnologías avanzadas de tercera y cuarta generación de Biocombustibles

La *tercera generación de biocombustibles* difiere de la segunda en la materia prima que se utiliza en su elaboración, ya que emplea biomasa que ha sido genéticamente modificada a fin de que resulta más apta para la finalidad energética a que está destinada. Aunque la categoría más habitual dentro de este contexto son determinados tipos de algas, también se ha actuado genéticamente sobre numerosos tipos de cultivos bioenergéticos, como los eucaliptos con baja lignina (reducen los costes de pretratamiento y mejoran la calidad del etanol), los árboles de álamo, el maíz con celulasas integradas, o la semilla de sorgo (para mejorar la producción del aceite).

El caso concreto de las *algas* presenta importantes beneficios como son sus altos rendimientos energéticos, bajos costes de producción (dado que sus insumos son únicamente agua, sol y CO₂), alta biodegradabilidad, consumo de grandes cantidades de CO₂ para la realización de la fotosíntesis, pero es preciso un gran esfuerzo en investigación antes de que un biocombustibles derivado de las algas sea viable.

La *denominada cuarta generación de biocombustibles* va un poco más allá, y tiene como objetivo que los cultivos bioenergéticos absorban altas (e inusuales) cantidades de CO₂, tanto a nivel de materia prima como en la tecnología del proceso. Nuevamente, el énfasis de esta cuarta generación está en el diseño del cultivo

bioenergético, no en el proceso de su utilización. Tanto la tercera como la cuarta generación, al igual que la segunda, están aún en un estadio incipiente de desarrollo, y requieren de esfuerzos significativos de I+D para conocer el alcance de las distintas posibilidades y su viabilidad económica.

D.4 Evolución de las tecnologías de primera y segunda generación: el caso de las plantas integrales de tratamiento o Biorrefinerías

La evolución lógica de las tecnologías de primera y segunda generación desemboca en la construcción de *Biorrefinerías*, en las que se han de integrar los procesos e instalaciones tendentes al aprovechamiento y conversión de la biomasa. Este concepto de instalación industrial integrada permitiría valorizar de manera diferenciada los diversos componentes presentes en la biomasa y así obtener un conjunto amplio de productos: biocarburantes, electricidad, componentes químicos. Con esta visión multiproducto una Biorrefinería puede además reducir los costes de producción, al aprovechar no sólo las economías de escala, sino también las sinergias y economías de gama.

De igual modo que en el modelo de industria de refino del petróleo se aborda el procesamiento integral del crudo para obtener gasolina y otros derivados, en las biorrefinerías se procesan distintas formas de biomasa, se combinan distintos procesos de conversión y se obtienen de forma eficiente biocombustibles y otros coproductos físicos y químicos de alto valor.

El objetivo, por tanto, es lograr una coproducción integrada cuyos beneficios se extiendan a todos los productos generados, con el fin de reducir costes tanto en los productos primarios como en los coproductos, logrando economías de escala en procesos y maximizando el valor de materias primas de diferentes tipos. La biorrefinería, a través de la elección del *output mix* (la mezcla de *output*), trata de maximizar el rendimiento y cubrir todos los mercados que resulten atractivos, desde el punto de vista económico.

E. PANORAMA NACIONAL DE LA BIOENERGÍA

E.1 Situación de la Bioenergía en España

La relevancia concedida en España a la bioenergía en los últimos años se debe a los tres factores –*medioambiental, estratégico, dinamizador del desarrollo rural*– expuestos con carácter general en el Epígrafe primero de este Informe.

El *Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)* fue elaborado por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)* como eje principal en la fijación de

objetivos concretos de consumo de energías renovables y estrategias para conseguirlos, con la pretensión de que se cubriera con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de energía para el año 2010, al igual que hacía su predecesor, el *plan de Fomento de Energías Renovables (PFER) 2005-2010*.

La evolución hasta el año 2004 podía considerarse como más lenta de lo deseable, especialmente en las áreas de biomasa eléctrica y térmica, aunque según las previsiones del Plan el objetivo es alcanzable incluso en un escenario energético que evoluciona de acuerdo con la tendencia actual y con una evolución tecnológica más probable. Lógicamente, el grado de cumplimiento es muy superior si se asume un escenario energético más eficiente y se asume una evolución tecnológica más rápida y optimista (*véase cuadro 4.1 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Por otra parte, de acuerdo a la *Disposición adicional novena del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía térmica en régimen especial*, durante el año 2008 habría comenzado ya el estudio de un nuevo *Plan de Energías Renovables* para su aplicación en el período 2011-2020.

BIOMASA

De acuerdo a las estimaciones del PER, el consumo de biomasa en España se estima en 4.167 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep), correspondiendo casi la mitad del consumo total al sector doméstico.

Por Comunidades Autónomas, Andalucía (937.260 tep), Galicia (683.497 tep), Castilla y León (448.210 tep) y País Vasco (313.303 tep) son las que presentan un mayor consumo en 2004. La evolución en el consumo de biomasa durante los años de vigencia del PFER, es decir, hasta 2004, no puede considerarse satisfactoria, dado que las cantidades logradas se situaban aún lejos de los objetivos para 2010. De acuerdo con el PER, los sub-sectores en los cuales el grado de incumplimiento de objetivos es mayor son los de residuos forestales, agrícolas leñosos y agrícolas herbáceos.

En el caso de los *residuos agrícolas leñosos*, procedentes de las podas de olivos, frutales y viñedos, se consideran como zonas prioritarias debido a su elevada producción las Comunidades de Andalucía, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y Cataluña, que abarcan casi el 66% del total para España (686,6 ktep).

En cuanto a los *residuos agrícolas herbáceos*, principalmente pajas de cereal y cañote de maíz, las zonas prioritarias son las Comunidades de Castilla y León, Castilla-La Mancha y Andalucía. Nuevamente la Comunidad de Castilla y León dispone del máximo potencial de aprovechamiento con 2.863 ktep, el 36,4% del total español (7.866 ktep).

Por el contrario en el caso de *residuos de industrias forestales* (de industrias de transformación de la madera) y *agrícolas* (principalmente de industrias de aceite de oliva, conserveras y de frutos secos) el cumplimiento de los objetivos debe considerarse elevado. Andalucía con 1.084,2 ktep acumula un 37% del total los recursos potenciales del país (2.949 ktep), por lo que el Plan considera a esta Comunidad como zona prioritaria de actuación.

Aunque cada tipo de biomasa tiene sus propias peculiaridades, los principales problemas que en la actualidad existen para el aprovechamiento de la misma con carácter general están relacionados con la recogida de los recursos, la logística de suministro y la adecuación a la aplicación energética.

Ha de decirse sin embargo, que se aprecia una creciente utilización de la biomasa para aplicaciones energéticas en instalaciones térmicas, favorecida por el ya citado *Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía térmica en régimen especial* y que asimila a este régimen económico singular de producción eléctrica a aquellas centrales tradicionales que utilicen biomasa o biogás al objeto de fomentar su implantación.

En Castilla y León ya existen experiencias de este tipo en *Velilla del Río Carrión* (Palencia) y existe la previsión para el horizonte 2010 de puesta en funcionamiento de plantas en *Briviesca* (Burgos), *Almazán* (Soria) y *Valencia de Don Juan* (León).

Pero en el contexto europeo debe constatarse aún la falta de desarrollo de las potencialidades energéticas de la biomasa en nuestro país, puesto que la producción de energía primaria a partir de biomasa sólida per cápita se situaba en 0,095 tep/hab en 2007, situando a España en el puesto decimoséptimo dentro de la UE (véase *gráfico 2.4 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

BIOGÁS

La utilización del biogás como fuente energética para la producción de electricidad sólo ha comenzado a explotarse de manera reciente. La forma de aprovechamiento varía dependiendo del lugar de obtención del biogás. Así, el biogás procedente de los vertederos y basureros simples se emplea únicamente para aplicaciones eléctricas, mientras que el obtenido en las estaciones depuradoras (urbanas e industriales), en pequeñas explotaciones agrícolas, en unidades centralizadas de co-digestión y en centros de tratamiento de residuos, generalmente sigue un proceso de cogeneración, que permite el aprovechamiento eléctrico al mismo tiempo que ofrece el aprovechamiento térmico de la instalación.

Los datos más recientes referidos al ámbito de la UE (véase *cuadro 4.6 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*), mostrarían un incremento en un 28,6% en la producción de electricidad a partir de biogás entre 2005 y 2006, ocupando en este caso España el cuarto puesto dentro de la UE 25.

BIOCARBURANTES PARA EL TRANSPORTE

La evolución de los biocarburantes para el transporte es muy diferente. Junto al objetivo general que recoge el PER de cubrir en 2010 con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de energía, se añade como objetivo indicativo que al menos el 5,75% (el PER prevé que se alcance el 5,83%) del consumo de energía en el transporte, medido en unidades equivalentes de petróleo, corresponda a biocarburantes.

Dada la evolución prevista para el consumo de carburantes en base a las informaciones del PER (véase *cuadro 4.8 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*), la consecución de los objetivos del PER requeriría que el consumo de bioetanol aumentara desde 205.000 toneladas en el año 2004 hasta 1.176.000 en 2010, es decir, un crecimiento medio anual del 78,9%, mientras que el de biodiésel debería pasar de las 78.000 toneladas del año 2004 hasta 1.616.000 en 2010, lo que supondría un incremento anual medio de más del 160%.

Estas elevadas cifras ponen de manifiesto el gran esfuerzo que aparentemente será preciso realizar para lograr los objetivos establecidos en el PER, aunque hay razones para pensar que el cumplimiento de los mismos desde el punto de vista del consumo puede no ser tan difícil como podría deducirse primeramente, sobre todo porque es posible que ello no exija un cambio sustancial de los hábitos de consumo de los ciudadanos.

Así, en primer lugar, el *Real Decreto 61/2006* permite que los productos etiquetados como gasolinas y gasóleo A incorporen hasta en un 5% bioetanol y biodiésel, respectivamente, sin tener que informar al consumidor de ello.

En segundo lugar, una parte del bioetanol producido puede utilizarse como componente en un 45% del ETBE (*etil terbutil éter*), aditivo que puede incorporarse a las gasolinas hasta llegar al 15% de su volumen. Teniendo en cuenta ambas posibilidades, las cantidades de biocarburantes que sería preciso distribuir como producto independiente en los mercados se reducen significativamente, aunque para el caso del bioetanol todavía suponen una cantidad relativamente elevada, 685.000 toneladas.

El mercado de biodiésel en España presenta una situación peculiar. El aumento de la capacidad no va acompañado de un incremento proporcional de la producción, a pesar de que el consumo sí sigue una pauta de crecimiento rápido. De acuerdo con la *Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA, 2008)*, este hecho se ha debido a la entrada masiva, por vez primera en 2007, de biodiésel importado de EEUU directamente por los operadores españoles de carburantes, que se beneficia de una subvención en origen adicional al tipo cero del impuesto especial de hidrocarburos español.

La situación para los productores nacionales de biodiésel se ha visto agravada por la reducción de sus exportaciones, que antes realizaban principalmente a Alemania y a Francia y que ahora son cubiertas bien por los productores nacionales en estos países o bien igualmente por las importaciones de EEUU en estos países.

Los datos disponibles para el año 2008 indican un significativo aumento de la capacidad de producción, que podría incluso alcanzar los 3,3 millones Tm. Este incremento se debe a la entrada en funcionamiento de 20 plantas de biodiésel a lo largo de 2008, de las cuáles 6 superan la capacidad nominal de 200.000 Tm/año. En cualquier caso, las cifras de producción disponibles para el primer semestre de 2008 indican que la utilización real de la capacidad de producción sigue siendo muy reducida, cercana al 16%, y que continúa la pauta de importaciones de biodiésel de EEUU beneficiado por la subvención en origen y el tipo cero en el impuesto especial de Hidrocarburos español. El consumo de biodiésel por los usuarios españoles también continúa su pauta creciente, de tal forma que en el primer semestre de 2008 supuso ya una cuota del 1,46% sobre el consumo total de gasóleo.

En cuanto al bioetanol, la capacidad total de producción instalada en 2007 ascendía a 456.000 toneladas, repartidas en únicamente 4 plantas. Ello corresponde a un aumento del 77% frente a la capacidad instalada en 2005, y del 3,4% frente a la correspondiente a 2006. Sin embargo, la producción siguió una pauta claramente diferente, al reducirse un 11,5% entre 2006 y 2007.

Para el año 2008 no se produjo un aumento real del número de plantas en funcionamiento ni de la capacidad de producción. Las cifras de producción disponibles para el primer semestre del año 2008, preveían la probable reducción total cuando se hagan oficiales los datos de final de ejercicio, aunque el hecho de que en el segundo semestre la planta de Babilafuente haya retomado la producción puede hacer cambiar esta tendencia. En cuanto al consumo de bioetanol, los datos disponibles indicaban un ligero retroceso en el primer semestre del año 2008, suponiendo el 1,52% del consumo total de gasolina.

Desde el punto de vista del cumplimiento de los objetivos del PER cabe destacar que, conjuntamente, la cuota del 0,98% alcanzada por el biodiésel en 2007 y del 1,87% correspondiente al bioetanol suponen una cuota conjunta del 1,16% en toneladas equivalentes de petróleo sobre el total de carburantes fósiles. La cifra está aún lejos del 5,83% asumida como objetivo por el PER para el año 2010, pero supone un aumento significativo frente a los logros de años anteriores.

Cabe esperar que la tendencia alcista se vea impulsada por las medidas legislativas adoptadas por *Ley 12/2007* por la que se reforma la *Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos* y por su desarrollo en base a la *Orden del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de 9 de octubre de 2008*, que establecen una obligación de

mezcla de los biocarburantes de un 3,4% para el año 2009 y de un 5,83% para 2010 y que limitan la vulnerabilidad de los productores españoles ante las importaciones de biocarburante subvencionado procedente de EEUU (véase *epígrafe 4.5 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

E.2 Situación de la Bioenergía en Castilla y León

Castilla y León es una Comunidad tradicionalmente caracterizada por una presencia importante del sector agrario, que en 2007 representó el 6,6% del Valor Añadido Bruto Regional (VAB), frente al 2,6% de la media nacional.

De acuerdo a las estadísticas oficiales de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León correspondientes al *año agrícola 2006*, de las 9.385.367 ha que supone el territorio de la Comunidad, 3.498.915 de ellas estaban destinadas a tierra de cultivo, un 37,28% del total.

Se observa un predominio del cultivo en secano (88,8%) frente al regadío (11,2%) y de los cultivos herbáceos (76,9%) frente a los leñosos (2,6%), de menor implantación en nuestra Comunidad debido a las especiales condiciones climáticas y edáficas que requieren, siendo únicamente destacable la relevante presencia del viñedo (70.000 ha), que supone una importante fuente de riqueza y de valor añadido de la región gracias a la industria transformadora del vino.

En cuanto a la superficie dedicada a cultivos herbáceos se destina en su mayor parte a cereales para grano, fundamentalmente cebada y trigo, aunque se observa un incremento del terreno destinado a la colza. Como viene siendo habitual destaca especialmente la superficie destinada a girasol (véase *cuadro 4.17 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

En cuanto al resto de la biomasa, probablemente el mayor reto en la actualidad para la Comunidad de Castilla y León sea valorizar los residuos forestales y agrícolas. La biomasa procedente de residuos forestales se compone principalmente de residuos de cortas, tratamientos silvícolas y leñas.

Con 2,8 millones ha de terreno forestal, Castilla y León es la región española de mayor capital forestal. De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, la biomasa forestal residual existente en Castilla y León supone aproximadamente 35 millones de Tm (de un total de 200 millones Tm en el conjunto del país), de tal forma que la biomasa forestal residual disponible anualmente ascendería a más de 1,3 millones Tm. La explotación está dificultada por los accesos, la meteorología y la temporalidad, y en condiciones óptimas precisaría ser acondicionada al destino energético previsto. En la actualidad, los residuos forestales se utilizan en la Comunidad para obtener bioenergía en una proporción ínfima.

En cuanto a los residuos agrícolas, tanto herbáceos (paja de cereal o cañote de maíz) como leñosos (podas de vid o frutales), suponen una producción valorizable energéticamente que en 2005 superó en la Comunidad el millón de Tm. Son recursos de fácil obtención, accesibilidad y gestión, lo que favorece su aprovechamiento.

En cuanto a la producción industrial de bioenergía en la Comunidad de Castilla y León, puede decirse que pivota en torno a la generación de biocarburantes. Se espera que las empresas productoras de biodiésel vayan en aumento en el periodo 2009-2010.

Así, junto a las plantas ya existentes en 2008 en las localidades de San Cristóbal de Entrevías (*Biocombustibles de Castilla y León*) y Valdescorriel (*Biocarburantes de Castilla*), ambas en Zamora, la de Olmedo (*ACOR*), en Valladolid, la de Herrera de Valdecañas (*Hispaenergy del Cerrato*), en Palencia, y la de Castrojeriz (*Biocomb*), en Burgos, existe la previsión de puesta en funcionamiento de una nueva planta en la localidad burgalesa de Briviesca para el año 2009, así como de otra de estas plantas en la localidad palentina de Guardo para el año 2010 (véase *cuadro 4.20 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Por lo que se refiere a la capacidad de producción de biodiésel, lógicamente, se espera que se incremente con 157.000 Tm previstas para 2008, 189.0000 para 2009 y 299.000 para 2010 (véase *cuadro 4.22 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Por el contrario, no se espera un aumento de la capacidad de producción de bioetanol para el escenario 2009-2010 que seguirá con alta probabilidad en las 158.000 Tm de producción que se prevían para el ejercicio 2008 (véase *cuadro 4.21 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

Lógicamente, ello es así, porque no se prevé la apertura de nuevas plantas de bioetanol en la Comunidad en los próximos años que se sumen a la ya existente en la localidad salmantina de Babilafuente (véase *cuadro 4.23 del Documento Técnico que acompaña a este Informe*).

F. UN ANÁLISIS DAFO PARA EL SECTOR DE LA BIOENERGÍA EN CASTILLA Y LEÓN

En virtud del análisis DAFO, metodología muy asentada, se estudia la situación competitiva de este sector en nuestra Comunidad Autónoma. Las debilidades y fortalezas son de naturaleza interna; por el contrario, las amenazas y oportunidades son externas a la propia realidad analizada y correspondiente al entorno.

Con el análisis DAFO se busca por el CES ayudar a elegir acciones que permitan aprovechar los puntos fuertes, subsanar las debilidades, explotar las oportunidades del entorno y defenderse de las amenazas del sector bioenergético castellano y leonés.

F.1 Principales debilidades

a. Dependencia de la investigación exterior

Casi todos los avances que se han ido produciendo en el ámbito de la bioenergía de segunda y tercera generaciones descansan sobre invenciones, descubrimientos o innovaciones originados en el exterior, de manera que Castilla y León ha permanecido bastante alejada del debate científico e industrial que ha acompañado a las centrales de gasificación para la biomasa lignocelulósica, la co-digestión de los residuos o la obtención de enzimas que permitan la producción de bioetanol de segunda generación. Esta debilidad no es exclusiva de este sector y responde a la escasa potencia de la actividad de transferencia en Castilla y León a la que se ha de poner remedio por medio de una Estrategia decidida de *Investigación y Desarrollo*.

b. Falta de mercado

La carencia principal se refiere a la inexistencia de mercado para los cultivos energéticos que sean asumibles por los responsables de la industria productora, y satisfactorios para los productores agrarios. Las negociaciones realizadas en el seno de la *Mesa Nacional de Biocarburantes* no han sido capaces de resolver el problema hasta la fecha, de manera que las principales materias primas de las que se alimentan las fábricas de biodiésel o bioetanol son aceites o cereales importados.

Aunque a medida que se avance hacia la segunda generación de biocarburantes esta limitación disminuirá su importancia, convendría, en aras al crecimiento de este nicho de mercado, que se redoblasen los esfuerzos de negociación entre los agentes implicados y de intermediación de poderes públicos para encontrar un mecanismo que fuese satisfactorio para ambas partes.

c. Dificultades logísticas

La explotación de los recursos agrícolas, ganaderos o forestales está dificultada, como se ha dicho, por la limitación de los canales logísticos para proporcionar un suministro adecuado, en cantidad, calidad y frecuencia, a los productores de bioenergía. Por ejemplo, la infraestructura física, la meteorología y la temporalidad pueden limitar el aprovechamiento de los residuos forestales y de la industria maderera para la generación de bioenergía.

d. Escasa penetración de la bioenergía de segunda generación

En general, la penetración de la bioenergía de segunda generación es muy limitada en Castilla y León, limitándose a la planta experimental para la obtención de etanol a partir de material lignocelulósico emplazada en Babilafuente (Salamanca), al lado de la planta convencional de primera generación.

F.2 Principales amenazas

a. Incertidumbre propia de todo proceso innovador y riesgos idiosincrásicos

Algunos de los interrogantes que plantea el sector de la Bioenergía son los relativos a los beneficios ambientales que en el largo plazo puede suponer, así como los que se refieren a la cuestión relativa a si la energía total consumida durante el proceso de producción de bioenergía no es en ocasiones mayor que la propia cantidad de energía generada, etc.

La ausencia de respuestas definitivas al impacto ambiental, económico y energético que el sector bioenergético presenta han de llevar a la aplicación de estrategias de actuación basadas en el conocido principio *primum non nocere* ("lo primero, no dañar"), de tal manera que en tanto carezcamos de respuestas que zanden definitivamente todos los interrogantes que los biocombustibles puedan generar, las decisiones que se adopten en el momento actual deben permitir mejorar siempre y nunca poner en riesgo el futuro agrícola, industrial, medioambiental o energético de una parte del tejido socioeconómico que gira en torno a la Bioenergía.

b. Disminución progresiva de las ayudas por cultivos energéticos

Es esta una amenaza más aparente que real, en la medida en que las primas por cultivos energéticos son trasladados vía precio a las empresas productoras de biocarburantes, por lo que parece existir una divergencia entre la incidencia real o efectiva, y la incidencia formal o aparente, debido a que al existir una distribución asimétrica del poder de negociación entre industria transformadora y productor agrario, el *precio forward* (esto es, el precio por tonelada previamente pactado entre empresas transformadora y productor agrario y que le es satisfecho a éste al finalizar la campaña agraria) depende, entre otros factores, del grado de aversión al riesgo del agricultor y de la cuantía de la ayuda por cultivos energéticos de la PAC, de modo que cualquier variación, positiva o negativa, de la cuantía de la subvención, se traslada íntegra e inversamente al *precio forward* ofrecido al agricultor.

c. Competencia por el uso y destino de la tierra

La cuestión de la competencia por la tierra surge principalmente del hecho de que algunas de las materias primas para los biocombustibles son también cultivos de carácter alimentario, aunque también de la posibilidad de que tierras en las que se cultivan alimentos pudieran ser destinados a la producción de materias primas para biocombustibles. Ello aumenta el interés por el desarrollo de los cultivos energéticos alternativos, que no son a su vez, cultivos alimentarios e, idealmente, que no requieren tierras productivas para el sector agroalimentario.

En cualquier caso, la evolución reciente de los precios agrarios evidencia que la correlación más significativa se produce con los precios de los *inputs* energéticos y con movimientos especulativos relacionados con la distribución, y no con el incremento en el uso de bioenergía.

d. Imposibilidad de atender la demanda de materia prima

Según los escenarios de empleo de terreno cultivable proyectados por la *Agencia Internacional de la Energía* para EEUU y Europa, a corto plazo el objetivo de reemplazar el empleo de derivados del petróleo en un 6% por biocombustibles es compatible con la superficie disponible en la actualidad.

Así, por ejemplo, para reemplazar el 5% de la gasolina empleada en la actualidad sería preciso para la UE utilizar el 5% de la tierra cultivable, porcentaje que se elevaría hasta el 8% para EEUU; sin embargo, dado que la productividad de los insumos agrarios utilizados para producir biodiésel es más baja, si el objetivo fuera reemplazar el 5% del diésel consumido en la actualidad la UE necesitaría emplear el 15% de la tierra de cultivo disponible, mientras que EEUU precisaría el 13% de su superficie cultivada.

F.3 Principales fortalezas

a. Potencial de producción de biomasa forestal y residuos ganaderos

En el ámbito de la biomasa forestal, Castilla y León se encuentra en una situación privilegiada que merece ser explotada. Con una extensión de 9.422.641 ha, Castilla y León dispone del 18,6% de la superficie total de España. De ella, más del 45% es superficie forestal o abierta, que presenta una gran diversidad de tipos de vegetación, con abundancia de bosques de frondosas, vegetación esclerófila y recubrimientos a base de coníferas, pastizales y materiales de transición. Además, buena parte de los recursos forestales están bajo la titularidad o bajo la gestión de la Administración, lo que puede favorecer el despegue inicial de las actividades de aprovechamiento energético de los residuos forestales.

Con relación a la producción de bioenergía a partir de residuos ganaderos, Castilla y León es también una de las Comunidades Autónomas que presenta un mayor potencial, situándose en tercera posición en 2007 en generación de residuos ganaderos provenientes de las cabezas de porcino, sólo por detrás de Aragón y Cataluña.

b. Potencial de investigación

Castilla y León cuenta también con estructuras de investigación susceptibles de ser empleadas para impulsar el desarrollo de una industria bioenergética centrada en la

promoción y la difusión de las tecnologías de segunda generación. El sistema universitario de Castilla y León se caracteriza en la actualidad por contar con un potente entorno de investigación en áreas como la ingeniería agraria, la biología, la biotecnología, las ciencias ambientales, la economía energética, entre otras, que han alcanzado niveles de excelencia.

Junto a las *universidades*, los *parques científicos* permiten, facilitan, potencian y atraen actividades de I+D+i. Los parques científicos y tecnológicos existentes, vinculados o promovidos por las universidades públicas, pueden convertirse en un motor para la intensificación de las relaciones entre el entorno empresarial y el ámbito científico, que son ingrediente importante del despegue tecnológico de la bioenergía.

También conviene destacar la importancia de la labor desarrollada por las instituciones pertenecientes de la red de *centros tecnológicos* de Castilla y León, elemento integrante del sistema regional de I+D+i.

Finalmente, los organismos de apoyo de la Junta de Castilla y León, fundamentalmente el *Instituto Tecnológico Agrario (ITACyL)*, el *Ente Público Regional de la Energía (EREN)* y la *Agencia de Inversiones y Servicios de Castilla y León ADE* han tenido un papel destacado en el fomento de la bioenergía en Castilla y León; papel que a buen seguro deberá fortalecerse en el futuro inmediato. Como resultado destacado de esta actividad puede mencionarse el esperado Plan sectorial de la Bionergía de Castilla y León, actualmente en preparación por la Junta de Castilla y León.

Todas estas instituciones integran un sustrato de apoyo a la investigación, tecnológica y aplicada, del fenómeno bioenergético que conviene incentivar y así lograr que esta fortaleza desarrolle sus efectos en las vertientes agraria, industrial y empresarial.

c. Sinergias con otras políticas regionales

La explotación de los recursos naturales con el objeto de producir energía es una actuación que combina perfectamente con otras políticas regionales. El desarrollo de la bioenergía no sólo no es incompatible, sino que permite reforzar los objetivos propios de la política agraria, de la política de desarrollo rural, de la política industrial, de la política ambiental, de la política de transporte, de la política industrial, de la estrategia de investigación científica y de desarrollo logístico, entre otros.

La *Estrategia Regional de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2007-2013* se propone como misión "facilitar que Castilla y León se transforme en un nuevo punto de referencia no sólo nacional sino también internacional en materia de investigación, desarrollo tecnológico e innovación,

dando lugar a un cambio cualitativo en el comportamiento de las empresas, de las instituciones y de la sociedad en su conjunto" para lo cuál se articulan todas las acciones en torno a ocho programas: (1) consolidación del capital humano; (2) potenciación de la I+D+I de excelencia en el contexto nacional e internacional; (3) financiación y apoyo al desarrollo y a la gestión de la I+D+I; (4) implantación, uso y desarrollo de las TIC; (5) promoción de la capacidad emprendedora: creación de empresas; (6) creación, desarrollo y consolidación de las infraestructuras de apoyo; (7) cooperación; (8) difusión.

En una línea complementaria, la *Estrategia Universidad-Empresa 2008-2011*, se plantea como objetivo general *"el fortalecimiento del triángulo del conocimiento como base de la construcción de la ventaja competitiva en Castilla y León, fomentando la innovación tecnológica en las empresas a partir de la transferencia del conocimiento generado en las universidades y sentando las bases de un crecimiento económico sostenible y de una creación de empleo de calidad"*.

La investigación en el ámbito de las energías renovables, en general, y la bioenergía en particular, pertenece a las áreas prioritarias de la Unión Europea, de España y también de Castilla y León. Refiriéndonos a nuestro ámbito de estudio, los esfuerzos en investigación y en innovación han de concentrarse en la explotación rentable de las nuevas generaciones de biocombustibles, donde Castilla y León puede desempeñar un importante papel no sólo en el terreno de la aplicación sino también del desarrollo de la tecnología de frontera.

La logística de transportes debe garantizar el suministro regular de *inputs* y la distribución coste-efectiva de los productos de la bioenergía. En algunos subsectores el problema logístico está bien encauzado (transporte de granos, aceites, etc.) pero en otros hay un claro déficit (residuos forestales y ganaderos, fundamentalmente). Allí donde sean precisas, la bioenergía debe buscar soluciones, enmarcándolas, si es posible, en el *modelo CyLoG* de infraestructuras complementarias del transporte y la logística de Castilla y León.

Finalmente, la potenciación de la bioenergía puede reforzar la política turística y de imagen que Castilla y León quiere trasladar al exterior: *una Comunidad comprometida con el medio ambiente, con la naturaleza, con la sostenibilidad y el crecimiento ordenado*.

d. Vocación en energías renovables y experiencia en bioindustria de primera generación

Castilla y León es una Comunidad con experiencia en la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, como lo atestigua su posición en el ámbito de la generación hidroeléctrica, eólica y solar.

Castilla y León es también una Comunidad Autónoma con un importante sector bioenergético, con varias plantas productoras de biodiésel y de bioetanol ya operativas y en funcionamiento, y de tratamiento de purines basadas en la cogeneración.

Aunque no puede desconocerse que las industrias productoras de biocarburantes instaladas en la actualidad se basan en tecnologías de primera generación, su elevado grado de innovación e investigación aplicada las coloca en una posición adecuada de cara a impulsar el desarrollo tecnológico en esta materia. Si bien el futuro pasa por el desarrollo de las tecnologías de segunda generación, resulta imprescindible transitar antes por las tecnologías y cultivos tradicionales para adquirir el *know-how* preciso para favorecer el tránsito hacia aquéllas.

Con relación al tratamiento de residuos ganaderos, es preciso destacar, en línea semejante a la de los biocarburantes, que aunque las plantas existentes en la actualidad no explotan el potencial energético contenido de los purines y las gallinazas, por estar basadas en un modelo de cogeneración simple, han permitido desarrollar una mínima estructura logística y unas pautas de operación que resultan de gran utilidad a la hora de acometer proyectos realmente bioenergéticos, basados en la producción de biogás que elimine la necesidad de utilizar el gas natural para la producción de energía eléctrica.

F.4 Principales oportunidades

a. Bioenergía como factor dinamizador del desarrollo rural

La bioenergía puede contribuir al desarrollo de áreas rurales, a la fijación de población de forma más homogénea y al crecimiento del empleo gracias a la creación de sinergias y diversificación de las actividades vinculadas con el sector forestal, agrario e industrial; es una actividad productiva cuyos efectos beneficiosos se despliegan al reducir el despoblamiento de las áreas rurales, facilitar el rejuvenecimiento demográfico y en definitiva, crear riqueza y mejora neta de bienestar.

b. Bioenergía como factor de contribución a la sostenibilidad ambiental

En este punto conviene recordar que la sustitución de combustibles fósiles por biomasa para la generación de calor y electricidad es menos costosa y da lugar a mayores reducciones de las emisiones de CO₂ que la sustitución de gasolina o diésel por biocombustibles, debido a las pérdidas energéticas que inevitablemente se producen en la conversión de la biomasa en biocombustibles.

Debe ser destacado que desde el punto de vista de la lucha contra el cambio climático o la reducción de la dependencia energética del exterior, los esfuerzos en

bioenergía deberían concentrarse en promover la investigación y el desarrollo de tecnologías basadas en el aprovechamiento energético de la biomasa lignocelulósica y la procedente de residuos urbanos, agrícolas y ganaderos.

c. Bioenergía y dependencia energética

Durante un periodo largo de tiempo se han registrado los precios más altos del petróleo de la historia, llegándose a los 147 \$ en el barril Brent de referencia en Europa en el pasado mes de julio de 2008. Resulta evidente que los precios altos de los productos derivados del petróleo anulan o reducen el diferencial de costes entre los biocombustibles y los combustibles fósiles, lo que supone un incentivo indirecto a la bioenergía. Sin embargo, la actual coyuntura, de crisis generalizada, con ralentización severa de la actividad económica en todas las áreas geográficas, ha supuesto una disminución acelerada del precio del crudo que ha reducido su precio en más de 100 \$ en los últimos cinco meses, sin que sea previsible un escenario futuro de reducción de precios.

Un escenario como el descrito, que muestra la elevada volatilidad de los precios del crudo, refuerza la conveniencia de encontrar tecnologías estables y rentables, que permitan una incorporación parcial y progresiva de combustibles de origen biológico. Al tiempo, obliga a potenciar los instrumentos regulatorios o fiscales que permitan internalizar los costes ambientales evitados con la producción de energía a partir de elementos de la biomasa así como tecnologías que valoricen al máximo el contenido energético de la misma.

d. Bioenergía como factor de desarrollo tecnológico

En el momento actual, las regiones geográficas con abundancia de recursos naturales están en condiciones de liderar, desde el momento inicial, el proceso de desarrollo tecnológico bioenergético de frontera.

Esta oportunidad es, en buena medida, consecuencia directa del contexto tecnológico que acabamos de señalar y también de la experiencia adquirida en el ámbito de los biocarburantes de primera generación. Esta experiencia ha sido positiva y debe seguir potenciándose (como se ha hecho recientemente con la apertura de la nueva Planta de Investigación de Biocombustibles y Bioproductos del Villarejo de Órbigo) pero no puede cerrar el paso a nuevos desarrollos orientados a una concepción integral del fenómeno bioenergético que ligue la producción a la explotación de los recursos de biomasa autóctonos.

La bioenergía está en condiciones de servir de eje vertebrador de actuaciones industriales y agronómicas y forestales con una importante componente tecnológica de vanguardia, como lo atestiguaría un repaso a las líneas prioritarias de investigación establecidas en convocatorias públicas y privadas de ámbito internacional, europeo, nacional o regional.

G. CONCLUSIONES: ESTADO ACTUAL DEL DEBATE SOBRE EL DESARROLLO DE LA BIOENERGÍA

El análisis efectuado de la bioenergía tanto en un contexto global como desde una perspectiva regional permiten constatar, a juicio del CES, una situación en el sector bioenergético que se caracteriza por un enorme dinamismo y una rápida evolución tecnológica en un contexto global cambiante, en el que el sector bioenergético interactúa necesariamente con el energético y el agroalimentario.

En el momento actual puede considerarse que los elementos principales de evolución económica en el sector vienen marcados por la incertidumbre acerca de la rentabilidad global de los procesos de obtención y aplicación de la bioenergía, mientras que los elementos fundamentales en la evolución técnica (y que pueden determinar la propia viabilidad a largo plazo de esta actividad), son los correspondientes a la transición a la *segunda generación de biocombustibles*, la amplificación de la *base bioenergética* y la valorización de los *residuos agrarios (agrocombustibles), forestales y urbanos*.

Este contexto tiene, según la apreciación de este Consejo, múltiples implicaciones desde el punto de vista de la adopción de acciones.

- Así, en **primer lugar**, el rápido crecimiento del mercado y la enorme expectativa formada alrededor de las nuevas generaciones de obtención de bioenergía puede contribuir a transmitir la idea, probablemente no siempre cierta, de que cualquier actuación dirigida a la innovación en el sector es forzosamente rentable.
- En **segundo lugar**, los cambios introducidos y, sobre todo, previstos, en la *Política Agrícola Común de la Unión Europea (PAC)*, caracterizada sin embargo, por su carácter variable, plantean numerosas dudas acerca de la viabilidad de los cultivos energéticos a medio plazo, ya que parece estar en discusión la desaparición de las ayudas económicas a dichos cultivos para el horizonte 2010. Todo ello debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar las medidas adoptadas con el fin principal de lograr el desarrollo del medio agrario.
- En **tercer lugar**, los recientes desarrollos tecnológicos ponen de manifiesto la existencia de múltiples parcelas de obtención de bioenergía aún no aprovechadas, tanto en la explotación de recursos de la biomasa, como en la valorización de residuos.
- Pero en **cuarto lugar**, la volatilidad de los precios del crudo y el carácter no renovable de este recurso, determinan la necesidad de avanzar decididamente en favor de un nuevo paradigma energético dentro del que ha de inscribirse el sector bioenergético, siendo necesario, por tanto, que sean superadas las reticencias de parte de los sectores implicados en la producción y distribución de combustibles fósiles tradicionales.

H. PROPUESTA DE RECOMENDACIONES FUNDADA EN UNA “ESTRATEGIA WIN-WIN”

La reflexión efectuada por el CES teniendo en cuenta el estado de desarrollo de este nuevo paradigma energético, lleva a esta Institución Consultiva de la Comunidad a defender una *Estrategia de actuación específica* para el momento actual basada en el aprovechamiento de oportunidades y el control del riesgo, reduciendo las posiciones vulnerables ante las principales incertidumbres del mercado.

En concreto, esta Institución consideraría especialmente recomendable la adopción de acciones que formen parte de “*estrategias win-win*” (*ganar-ganar*), esto es, acciones rentables con probabilidad elevada ante un amplio abanico de posibles escenarios y que, igualmente, no supongan perjuicios irreparables a alguno de los grupos que participan en la actividad de bioenergía a lo largo de toda la cadena de valor, en caso de que no se produzcan en el futuro escenarios muy favorables a sus intereses correspondientes.

Estas estrategias “*ganar-ganar*” pueden agruparse en cuatro ámbitos de actuación diferentes pero sumamente relacionados entre sí (en la medida en que actuaciones que tengan lugar en un ámbito probablemente producirán sinergias o efectos reflejos en otros).

Las actuaciones propuestas deberían darse al menos en los siguientes ámbitos de actuación: *tecnológico, científico, económico-social* y en el ámbito de la *producción primaria*.

H.1 En el ámbito tecnológico

En el ámbito tecnológico, el CES, consideraría recomendable la realización de acciones, entre las que queremos destacar las siguientes:

- **Primar, apoyar y promover aplicaciones bioenergéticas que resuelvan problemas ambientales actuales.** A juicio de este Consejo, esta es una parcela todavía escasamente desarrollada en este sector. Uno de los casos prioritarios podría ser el de los denominados “**digestores de co-digestión**” integrados en instalaciones de cogeneración, para la obtención de biogás a partir de residuos ganaderos que de otro modo estarían destinados en buena parte de las ocasiones a ser utilizados de forma menos eficiente, contribuyendo mediante su utilización energética en la forma expuesta a solucionar el problema de los efectos perjudiciales que estos residuos suponen sobre calidad de aguas y productividad de suelos.

También deberían desarrollarse actuaciones semejantes de obtención de biogás en las *Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR)* o en los *Centros de Tratamiento de Residuos (CTR)*.

- El CES considera necesario impulsar el desarrollo y la aplicación de las **tecnologías de co-combustión** (para sustituir en las centrales térmicas parte del carbón por biomasa consiguiéndose mayor eficiencia ambiental y económica) y **gasificación**, de la que depende en buena medida el desarrollo de las energías renovables. Este desarrollo depende de una adaptación y coordinación rápidas de las regulaciones ambientales, industriales, de salud y seguridad por todas las Administraciones competentes para que no supongan un freno al desarrollo de este nuevo paradigma.
- El Consejo recomienda colaborar a la difusión de la bioenergía que provenga de biomasa que no perjudique el destino alimentario de los cultivos, como pueda ser la **biomasa forestal** o los residuos agrarios, ganaderos y forestales. Los datos que se han avanzado del futuro Plan Sectorial de la Bioenergía de Castilla y León, parecen sugerir impulsos en esta misma dirección.

H.2 En el ámbito científico

En un ámbito más puramente científico, algunas actuaciones a realizar dentro del espectro estratégico propuesto serían las siguientes:

- Favorecer la investigación y el desarrollo de **cultivos energéticos de segunda y sucesivas generaciones** por su mayor eficiencia energética, y porque el CES considera que consolidaría el suministro de *inputs* para la producción de bioenergía por nuestro sector agrario, que tendría así una considerable ventaja competitiva respecto del sector agrario europeo y mundial.
- Desde el Consejo también consideramos conveniente profundizar en el **conocimiento de la posible competencia** entre los usos energéticos y alimentarios de los productos agrarios, con el fin de evaluar adecuadamente las ventajas de la Bioenergía.
- El CES recomienda favorecer la investigación y el desarrollo *de procesos de obtención de bioenergía de segunda y sucesivas generaciones*. El hecho de que Castilla y León consiguiera situarse en una posición de liderazgo en este punto permitiría a nuestra Comunidad Autónoma encontrarse en una situación de ventaja respecto del exterior.
- En este mismo ámbito, el Consejo recomienda **favorecer también la investigación y el desarrollo de plantas transformadoras integrales, o biorrefinerías**. En el estado actual de la técnica, la posibilidad de que nuestra Comunidad Autónoma dispusiera en el medio plazo de una o más plantas que de modo integral satisficieran todos los aspectos energéticos de la biomasa, situaría a Castilla y León en una posición de preeminencia en esta materia.

- Utilizar las **estructuras de investigación** disponibles para situar a Castilla y León entre los referentes nacionales e internacionales de la bioenergía. Particularmente el CES considera a las *Universidades y Centros de Investigación y Centros Tecnológicos* de nuestra Comunidad como especialmente aptos para pilotar este proceso y sin descartar la posibilidad de fórmulas de colaboración con Entes públicos (particularmente en nuestra Comunidad *el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León y el Ente Regional de la Energía*) y también con Entes privados y Empresas que puedan hacer avanzar a nuestra Comunidad tecnológicamente en este sector.

H.3 En el ámbito económico-social

Por su parte, en el ámbito económico-social, más relacionado con las actuaciones de promoción y fomento de los poderes públicos y con la interacción con los agentes empresariales y sociales con el fin de maximizar la obtención de ventajas asociadas a la producción y empleo de bioenergía, el CES propone las siguientes actuaciones a desarrollar:

- A juicio de este Consejo resultaría de suma importancia **integrar y coordinar las decisiones sobre bioenergía con otras políticas** (*ambiental, agraria, de transportes, empleo, etc.*) con el fin de dar un tratamiento más consistente a las cuestiones relacionadas con el sector bioenergético, y aprovechar todas las sinergias que el mismo puede generar en todos los ámbitos (dinamización del medio rural y rejuvenecimiento de su pirámide poblacional, eficiencia energética, nuevas oportunidades de negocio, sostenibilidad ambiental, etc.).
- El CES recomienda **fomentar la concienciación ambiental y el uso adecuado de la bioenergía**, en un marco de actuaciones que permita a la Comunidad Autónoma de Castilla y León generar y explotar una imagen institucional de apuesta por las energías renovables, en general, y la bioenergía, en particular. A juicio de este órgano consultivo esta actuación sería muy recomendable a los efectos de complementar y reforzar la imagen de Castilla y León como Comunidad respetuosa con su medio natural.
- Por lo que se refiere propiamente a **política energética**, no cabe duda de que nuestra Comunidad ha llevado a cabo actuaciones de fomento del resto de energías limpias, que han beneficiado que Castilla y León ocupe una posición de preeminencia en esta materia dentro de España. El CES considera que nuestra Comunidad debe concluir este proceso a favor de las energías renovables con una **apuesta decidida por la bioenergía**.
- El Consejo recomienda favorecer el desarrollo de un marco de negociación entre los agentes, que permita la **creación de un mercado de recursos para la producción de bioenergía estable a largo plazo**.

Entiende el CES que ello permitiría a los agricultores participar de la renta generada por la bioenergía, y a los agentes transformadores tener una mayor garantía de suministro, lo que a su vez aumentaría sus ventajas relativas de localización en la Comunidad de Castilla y León.

- El CES considera que sería muy conveniente favorecer la apertura y el desarrollo de **canales y estructuras logísticas adecuadas para la valoración, comercialización y aprovechamiento energético de los residuos agrarios, ganaderos y forestales** (transportes, contenedores y recogida de los residuos, problemas relacionados con la evacuación de la energía eléctrica, entre muchas otras acciones) con el fin de reducir los costes de transacción de los agentes del mercado.
- Particularmente importante resultaría consolidar una estructura logística y de transportes respecto de los sectores en los que se presentan mayores carencias (residuos ganaderos y forestales). Las soluciones, a juicio de este Consejo, deberían tratar de adoptarse de forma integral dentro del Modelo *CyLoG de infraestructuras complementarias del transporte y logística de Castilla y León*. Con todo ello se favorecería el desarrollo del sector, que a su vez puede intentar rentabilizar los beneficios ambientales derivados de la limpieza de los montes, la reducción del riesgo por quema de rastrojos y los beneficios económicos asociados a la mejora de la calidad del producto turístico que en muchas ocasiones se ofrece de manera coincidente.
- Para el Consejo, deben favorecerse aquellos proyectos que **financien mejoras** que aumenten la productividad y/o la flexibilidad en las decisiones de cultivo, incluyendo las posibles acciones de formación de los agricultores frente a posibles cambios de cultivos.
- En el caso de utilización de **fondos públicos** que financien inversiones en incremento de capacidad para la **producción de biocombustibles de primera generación**, el CES recomienda que se lleven a cabo controles adecuados para que los proyectos vengan avalados por planes de negocio solventes desde el punto de vista económico, empresarial y técnico.
- Igualmente, el Consejo considera que también es necesario llevar adecuados estudios técnicos y científicos para que los **fondos públicos** que sean destinados a financiar **proyectos innovadores** en el sector bioenergético sean concretamente dirigidos a aquellos que presenten más garantías de futuro.
- El CES recomienda **favorecer proyectos** tendentes a que Castilla y León disponga de una **biorrefinería integral**. Esta sería una constatación del verdadero potencial de Castilla y León para liderar el sector de la Bioenergía.

H.4 En el ámbito de la producción primaria

Por lo que se refiere a recursos integrantes de la biomasa en nuestra Comunidad, desde la perspectiva de la producción primaria o al inicio de la cadena de valor del sector bioenergético, este Consejo expresa su parecer en relación a los siguientes extremos:

- Con carácter previo, este Consejo considera necesario reducir la incertidumbre acerca del potencial de la biomasa en la Comunidad, por lo que sugiere que el futuro Plan sectorial de la Bioenergía en Castilla y León, actualmente en elaboración, incluya un **inventario integral** de su posible aprovechamiento.
- Castilla y León es la Comunidad Autónoma con mayores recursos forestales, pero todas las estimaciones indican que la **utilización de residuos forestales con fines energéticos** es mínima, por lo que el Consejo considera necesario llevar a cabo actuaciones decididas dirigidas al aprovechamiento de este importante e infrautilizado capital energético.
- Con el fin de que no quede ninguna superficie agrícola sin cultivar, el CES considera que sería conveniente **dar valor a terrenos degradados, marginales o fértilmente pobres** mediante los cultivos de segunda generación aptos para desarrollarse en tales superficies, previo estudio de su viabilidad económica. Ello supondría la posibilidad para los agricultores profesionales de diversificar sus cultivos y también su riesgo.
- Por último, este Consejo considera necesario que se proceda al **desarrollo** de todas las **aplicaciones térmicas** que pueden ser generadas a partir de la Biomasa, teniendo en cuenta además, que dicho desarrollo puede generar importantes beneficios añadidos, al solventar problemas logísticos y ambientales relacionados con la biomasa.

Valladolid, 24 de febrero de 2009

El Presidente

El Secretario General

Fdo.: José Luis Díez Hoces de la Guardia Fdo.: José Carlos Rodríguez Fernández