

**Estado actual del sector de la biomasa, barreras existentes y medidas para favorecer su uso**

# La biomasa como recurso energético

Juan Carrasco García.

Sudirector del CEDER-CIEMAT. Jefe de la Unidad de Biomasa.

Como recurso energético se puede aplicar el término biomasa a cualquier material con un origen biológico próximo, es decir, producido en las condiciones de la biosfera actual, que pueda utilizarse para la producción de energía de una forma social y medioambientalmente sostenible. De acuerdo a esta definición, la biomasa abarca potencialmente a todos los residuos originados de las actividades agrícolas y forestales, tanto a nivel de campo como de las industrias derivadas, así como los residuos orgánicos de origen urbano y las cosechas producidas por los denominados cultivos energéticos, bien sean especies agrícolas cultivadas con la finalidad de producir energía o cultivos no convencionales. Se suele denominar con el término bioenergía a la energía obtenida de la biomasa.

El potencial energético de la biomasa es muy importante. Whittaker <sup>[1]</sup>, en un estudio ya clásico realizado en 1975, estima que el equivalente energético de este recurso que se pro-

En este artículo se realiza una revisión del estado actual de las diferentes aplicaciones energéticas de la biomasa, con especial atención a la situación en España y se mencionan las barreras existentes para su desarrollo, así como las principales acciones que se están llevando a cabo para lograr incrementar la implantación comercial de este recurso. Este es el primero de una serie de artículos que van a conformar la nueva sección sobre Agroenergética de Vida Rural.

duce anualmente en la biosfera es de 2.850 EJ, lo que supone unas cinco veces y media la energía primaria consumida actualmente a nivel mundial. Un estudio llevado a cabo por Sweets y Faaij <sup>[2]</sup> estima en cuatro escenarios diferentes el potencial sostenible de la biomasa en 2050 cifrándolo entre 364 a 1.545 EJ/año.

La biomasa, en forma de lo que se conoce genéricamente como leñas o madera, ha sido el primer y prácticamente único recurso energético

utilizado por el hombre hasta el inicio del uso del carbón y después siguió siendo la principal energía hasta principios de la era industrial, a comienzos del siglo XIX. Aún en nuestros días la biomasa constituye la fuente de energía primaria más importante tras el petróleo, el carbón y el gas natural y, según se puede deducir de un reciente informe <sup>[3]</sup> sobre la situación mundial de las energías renovables, en 2009 supuso el 77% del total de energía obtenida

con estas fuentes (excluida la gran hidráulica) y un 14,5% de la energía primaria consumida en el mundo. En las últimas décadas al uso tradicional de la biomasa para producción de calor se han unido otras aplicaciones para refrigeración, producción de electricidad y combustibles de transporte.

Se utiliza el término “biocombustibles” para los productos intermedios en las cadenas energéticas de la biomasa que se obtienen de las materias primas que componen este recurso, mediante su pretratamiento o acondicionamiento por procesos físicos, termoquímicos, químicos o biológicos. Dependiendo de su naturaleza, cabe distinguir entre biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Por lo general, se denominan biocarburantes a aquellos biocombustibles utilizados en el sector transporte, que en la actualidad están representados principalmente por los biocombustibles líquidos: bioetanol y biodiésel. Por su parte, el biogás, obtenido del tratamiento anaerobio de los residuos orgánicos, es el principal biocombustible gaseoso actual.

Desde un punto de vista medioambiental, al tener su origen en el proceso fotosintético, la producción de materiales biomásicos produce un efecto de sumidero de CO<sub>2</sub>, siendo la única forma de energía que posee esta característica. La conversión energética de dichos materiales libera la energía solar transformada y almacenada en ellos en forma de energía de enlace químico durante la fotosíntesis y libera también el CO<sub>2</sub> fijado en la materia orgánica, describiéndose así un ciclo que otorga idealmente a la biomasa su carácter de recurso energético neutro respecto a la principal emisión de efecto invernadero (GHG): el CO<sub>2</sub>. En la realidad, la producción, recolección, transporte y utilización energética de la biomasa requiere el empleo de materias primas y de combustibles, en su mayoría de origen fósil, que producen diferentes emisiones GHG aunque, en líneas generales, el balance neto de la sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles supone muy importantes ahorros de este tipo de emisiones.

Del lado socioeconómico, la biomasa puede representar una alternativa importante frente a la difícil situación actual del mundo rural a nivel mundial. La propia FAO, en la reunión del XVI Comité de Agricultura celebrado en Roma en abril de 2005, cita la bioenergía como una de las llaves para luchar contra la pobreza y el hambre en el mundo y reconoce que en los pa-

íses desarrollados el incremento de su uso puede ayudar eficazmente a la diversificación de las actividades agrícolas y forestales. En estos últimos países la biomasa es la forma de energía que genera un mayor número de empleos, fundamentalmente en el sector rural, estimándose que la utilización energética del recurso puede producir entre 1.500 y 2.500 empleos directos por cada MTEP de energía primaria utilizada.

En el contexto descrito y muy fundamentalmente a raíz de la firma del Tratado de Kioto, son cada vez más numerosos los Gobiernos que están identificando a la biomasa y su utilización energética como una estrategia adecuada para implementar sus políticas, tanto en el

ámbito energético, como medioambiental y social. En este sentido, son ya al menos 83 los países que en estos momentos promueven planes de desarrollo de la biomasa. Entre ellos se cuentan en un primer plano Estados Unidos<sup>[4]</sup>, la Unión Europea (UE)<sup>[5]</sup> y Brasil, a los que en los últimos años se están uniendo otros de gran importancia en el consumo energético a medio plazo, como son China e India.

La puesta en marcha de las políticas que progresivamente se van aprobando para el fomento de la biomasa está contribuyendo a la creación de un mercado moderno y sostenible en torno a este recurso. A su vez, el avance tecnológico generado por estas políticas hace prever la competitividad del recurso en el medio



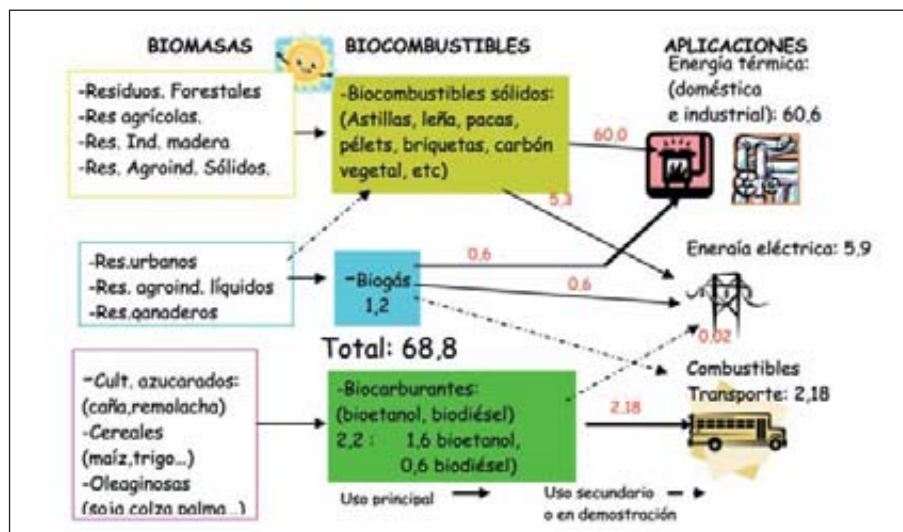
Estudios y pruebas demostrativas de recolección mecanizada de chopo como cultivo energético. Almazán (Soria)



Recolección de biomasa forestal.

**FIGURA 1**

Utilización energética de la biomasa en el mundo en 2009 (en EJ).



Fuente: elaboración propia a partir de datos del informe REN21 2010 [3] y otros informes.

plazo. De esta forma, la biomasa no sólo constituye hoy en día la fuente de energía renovable de mayor importancia a nivel mundial, sino que las previsiones existentes apuntan a que continuará siéndolo en las próximas décadas.

Sin embargo, la creación y consolidación de un mercado competitivo de la biomasa que cumpla las expectativas y objetivos previstos sigue teniendo un número importante de barreras que salvar y frente a las que se deberán seguir implementando medidas adecuadas para su evitación progresiva.

### Estado actual de la biomasa y sus aplicaciones energéticas

En 2009 el consumo mundial de energía primaria a partir de biomasa puede estimarse, según distintas fuentes, entre 55 y 70 EJ. El amplio rango de valores que citan los estudios es debido a la falta de estadísticas de consumo energético en muchos países y al hecho de que una parte muy importante de la biomasa se maneja fuera de los canales comerciales. En cualquier caso, la cantidad mencionada equivale a un 12-14% de la energía primaria consumida a nivel mundial. La tasa de crecimiento de su consumo en los últimos diez años se sitúa muy cercana al 3% anual.

De la cantidad de energía total obtenida de la biomasa, alrededor de un 65% se emplea en países en vías de desarrollo, principal-

mente en forma de leña y en aplicaciones tradicionales de calefacción y cocina en el medio rural, que en muchos casos son insostenibles para el medio ambiente y la salud humana. Sin embargo, como se ha mencionado, la biomasa ha alcanzado un grado de desarrollo tecnológico muy importante en todas sus aplicaciones que le ha permitido introducirse de forma significativa dentro de la cesta energética de muchos de los países más avanzados que son precisamente los que en este momento están llevando a cabo los programas más ambiciosos para incrementar la competitividad y el desarrollo sostenible del recurso.

En la **figura 1** se muestran los tipos de biocombustibles y aplicaciones energéticas para la biomasa, así como las cantidades de energía primaria obtenidas de cada una de ellas a nivel mundial en 2009 junto con las principales biomásas utilizadas en cada aplicación.

#### La biomasa térmica

Como puede observarse en la **figura 1**, la producción térmica a partir de biomasa constituye alrededor del 95% de la energía obtenida de este recurso y se lleva a cabo utilizando fundamentalmente biocombustibles sólidos y biogás en instalaciones térmicas puras o de cogeneración y principalmente mediante usos tradicionales de cocina y calefacción en los países en vías de desarrollo. En la actualidad, a nivel

mundial alrededor del 80% de la energía térmica de la biomasa se utiliza en el sector doméstico (60% en los países industrializados) y el resto en el sector industrial, fundamentalmente mediante autoconsumo de los residuos biomásicos producidos por las propias industrias.

En los países desarrollados, los equipos térmicos de biocombustibles sólidos han alcanzado un alto grado de desarrollo tecnológico y en el sector doméstico esta aplicación es competitiva en el mercado, lo que ha permitido o está permitiendo un importante despegue de este sector en diferentes países como Austria, Alemania e, incluso, Estados Unidos. Los altos costos de los equipos domésticos de combustión de biomasa sólida y la escasez de incentivos públicos para la creación del mercado en el sector doméstico, junto con una falta de competitividad de los biocombustibles sólidos en las aplicaciones industriales constituyen las barreras más importantes para el desarrollo del mercado térmico de la biomasa.

Una parte menor de la energía térmica producida a nivel mundial con biocombustibles corresponde al biogás (unos 0,6 EJ en 2009), del que se hace un uso importante para cocina y calefacción en el medio rural de países como China e India. En estos países el biogás se produce en instalaciones familiares de tecnología sencilla para el tratamiento de los residuos orgánicos. Según el informe REN21 (2010) [3], más de 30 millones de hogares utilizan en el mundo biogás obtenido de instalaciones familiares para iluminación, cocina y calefacción.

#### La biomasa para generación eléctrica

Como en el caso de la producción térmica, la generación de electricidad con biomasa se lleva a cabo principalmente utilizando biocombustibles sólidos en plantas de ciclo Rankine convencional. En algunos países de la UE y en Estados Unidos se utiliza la biomasa en centrales térmicas de carbón o de gas natural, conjuntamente con esos combustibles.

En 2009 existían a nivel mundial en torno a 50.000 MW instalados con biomasa siendo Estados Unidos, con 8.500 MW, el país con mayor capacidad, seguido de la UE (unos 8.000 MW) y China (3.200 MW) [3]. La producción mundial de electricidad con biocombustibles sólidos en 2009 puede estimarse en unos 316 TWh, lo que supuso un consumo de combustible de 5,44 EJ (**figura 1**). Por su parte, el biogás obtenido de los vertederos controlados de residuos sólidos

urbanos y de las plantas de digestión anaerobia aportó en 2009 en torno a 30 TWh, con una capacidad instalada a nivel mundial de unos 4.500 MW, alrededor del 70% de la misma en países de la UE.

A pesar de una cierta ralentización en 2009 relacionada con la crisis económica, la generación con biomasa y biogás creció a un ritmo medio anual del 13,1% en el periodo 2004-2009. Según se desprende de los informes de Euroserver <sup>[6,7]</sup>, en la UE la generación total de electricidad con biomasa en 2009 fue de 87,4 TWh, de los que 62,2 TWh se produjeron con biomasa sólida y 25,2 TWh correspondieron al biogás.

Aunque en términos cuantitativos la cantidad de electricidad generada es muy pequeña, es interesante mencionar la tendencia creciente a la utilización de biocarburantes (aceites vegetales, fundamentalmente) para la producción eléctrica con motores diésel en países como Alemania.

### La biomasa en el sector transporte

Este sector, representado, por un lado, por el bioetanol que se utiliza en sustitución de la gasolina en vehículos como único combustible o, más frecuentemente, en diferentes mezclas con la propia gasolina, y, por otro, por el biodiésel utilizado por lo general en mezclas con el gasóleo, es el más dinámico y creciente entre todos los de la biomasa. En 2009 se produjeron a nivel mundial un total de 92.600 MI (equivalentes a 2,2 EJ) de biocarburantes, lo que contrasta con la cifra de tan sólo 19.500 MI producidos en 2000. En 2009 los biocarburantes sustituyeron alrededor del 1,8% del consumo mundial del sector transporte.

Del total de biocarburantes en 2009, 76.000 MI correspondieron al bioetanol, siendo Estados Unidos y Brasil, los dos principales productores, por este orden. En el caso del biodiésel (16.600 MI), fue la UE, con 10.200 MI el país líder que produjo adicionalmente 3.700 MI de bioetanol en ese año <sup>[8]</sup>. Las previsiones apuntan a que la producción de biodiésel pueda incrementarse a un ritmo de 10-12% anual en los próximos años y que la de bioetanol llegue a un punto de inflexión hacia 2015, con una producción mundial de unos 110.000 MI.

El gran crecimiento que están experimentando los biocarburantes y las buenas expectativas futuras se deben a las muy importantes medidas de soporte a nivel mundial, que en el caso de la UE se reflejan en las Directivas 2003/30/EC y 2009/28/CE que obligan a la

### CUADRO I.

Previsiones de consumo de biomasa en el PER 2005-2010 y cumplimiento de objetivos. Cantidades expresadas como energía primaria en PJ (kTEP)

	Previsto para 2010	Consumo a final de 2009	% cumplimiento objetivos PER
Biomasa sólida para usos térmicos	170,1(4.070)	152,6 (3.652)	89,7
Biomasa sólida para usos eléctricos	214,8 (5.138)	27,7 (663)	12,9
Biogás	19,0 (455)	7,7 (184)	40,4
Biocarburantes	92,0 (2.200)	44,2 (1.058)	48,1
<b>TOTAL</b>	<b>495,8 (11.863)</b>	<b>228,5 (5.467)</b>	<b>46,1</b>

Fuente: PER 2005-2010 <sup>[10]</sup> y Euroserver <sup>[6,7]</sup>

sustitución de un 5,75% y de un 10% de los combustibles fósiles de transporte por biocarburantes en 2010 y 2020, respectivamente.

Sin embargo, el biodiésel y bioetanol actuales, producidos a partir de materias primas agrícolas (**figura 1**) están siendo objeto de una notable controversia debido a su competencia con el mercado alimentario y a la dudosa sostenibilidad de su análisis energético y de emisiones GHG, particularmente cuando se emplean materias primas agrícolas europeas (trigo, cebada, colza) y de Estados Unidos (maíz) en su producción.

Finalmente, mencionar, que aunque en cantidades globales insignificantes, en algunos pa-

íses, como Suecia, se emplea biogás licuado como combustible en vehículos.

### La biomasa en España

La producción y uso de la biomasa en España, además de los beneficios medioambientales y sobre la seguridad energética inherentes a una energía renovable fundamentalmente autóctona, presenta importantes intereses añadidos para el medio rural, dada la escasa rentabilidad en su conjunto del agro español que determina la progresiva migración de la población a zonas urbanas y los riesgos medioambientales asociados, como la falta de limpieza de los montes y el abandono de tierras agrícolas.



Planta de bioetanol de Abengoa en Galicia. Foto: cortesía de Abengoa Ecoagrícola S.A.

Según un estudio de la Agencia Europea del Medio Ambiente <sup>[9]</sup>, España es el cuarto país de la UE-27, tras Polonia, Alemania y Francia, con un mayor potencial para producir de forma sostenible recursos de biomasa.

En nuestro país, la producción y uso de la biomasa viene dada por las previsiones contenidas en los sucesivos planes de fomento de las energías renovables que en el periodo 2005-2010 corresponden a los contenidos en el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 <sup>[10]</sup>. Estos objetivos se muestran en el **cuadro I** junto con los resultados de cumplimiento alcanzados a finales de 2009.

Como puede observarse, el PER 2005-2010, que preveía un consumo de energía primaria de biomasa de 11.863 kTEP en 2010 y la sustitución de un 5,8% de los combustibles de transporte por biocarburantes, mostraba a finales de 2009 un escaso grado de cumplimiento, tanto para el caso de los biocarburantes como en el de la generación eléctrica con biogás y, fundamentalmente, con biomasa sólida. El cumplimiento del objetivo global de producción de energía a finales del citado año era de un 46,1%. Tan solo la biomasa en aplicaciones térmicas estaba cerca de los objetivos para 2010, si bien cabe reseñar las muy modestas previsiones de incremento contempladas para esta aplicación en el PER 2005-2010 que con 582,5 ktep/año en 2010, suponen tan sólo un aumento del 16,6% respecto a lo consumido en 2004.

Teniendo en cuenta, como ya se ha mencionado, que el desarrollo de las energías renovables y, en particular, la biomasa, está condicionado por las medidas y ayudas que se adopten en su favor por el sector público, puede afirmarse que la causa última del insatisfactorio grado de cumplimiento de los objetivos del PER 2005-2010 hay que verla en la incapacidad de las medidas contenidas en el mismo para atraer a los actores del mercado con la intensidad necesaria para cumplir los objetivos del plan. Como causas inmediatas caben citar, entre otras, la debilidad inversora y tecnológica de las empresas del sector térmico doméstico de la biomasa, la falta de implicación, cuando no oposición, de los sectores agrícola y forestal, las mayores ayudas a la biomasa existentes en países del entorno que han provocado exportaciones importantes de biomasa española y retrasado programas nacionales para su utilización, así como una falta de conocimiento y desarrollo tecnológico en importantes campos,



Planta de producción eléctrica con biomasa en Sangüesa. Foto: Acciona Energía.

como en el de los cultivos energéticos.

Las previsiones contenidas en el Plan de Acción Nacional para el Fomento de las Energías Renovables 2011-2020 <sup>[11]</sup> contempla unos objetivos para la biomasa, principalmente en el área de producción eléctrica, mucho menos ambiciosos que para otras energías renovables, como la solar o la eólica. Esta situación podría abrir un periodo de incertidumbre para el recurso en nuestro país.

### Barreras existentes y medidas para favorecer su uso

El desarrollo de un mercado moderno de la biomasa está negativamente afectado en primer término por una falta de competitividad económica del nuevo recurso frente a las fuentes fósiles de energía ya establecidas, en el contexto de un mercado de gran madurez. Por ello, para estimular el empleo de la biomasa son imprescindibles actuaciones desde el sector público que sirvan para realizar el desarrollo tecnológico preciso a fin de incrementar la competitividad del recurso y para cubrir los riesgos iniciales asociados a las importantes indefiniciones que para las empresas plantea el nuevo negocio. A esta necesidad obedecen los programas de desarrollo que, como se ha mencionado, se están implementando en un número cada vez mayor de países, incluida la propia UE. Estas políticas ya han dado o están dando muy buenos resultados en países de nuestro entorno como Dinamarca, Suecia, Finlandia, Austria y en los

últimos años, en Alemania. En todos ellos la biomasa ha logrado ya cotas muy significativas en el mercado energético con un nivel de competitividad cada vez mayor.

Además de la barreras citadas en el apartado sobre el estado actual del recurso, desde un punto de vista técnico, el aseguramiento del aprovisionamiento de biomasa y de materias primas biomásicas en cantidad y calidad y en condiciones sostenibles a las grandes plantas de transformación y de producción energética y a los consumidores domésticos e industriales constituye en estos momentos la mayor barrera para el desarrollo del mercado de la biomasa. El desarrollo de los cultivos energéticos y de las tecnologías descentralizadas para la generación eléctrica con biomasa, el desarrollo de tecnologías energéticas multicomcombustible, como las ya implementadas en un gran número de las grandes plantas térmicas y termoeléctricas comerciales de biomasa, así como de las tecnologías de los denominados biocarburantes de segunda generación constituyen las alternativas más importantes sobre las que se está trabajando activamente y todas ellas están relacionadas o precisan como un requisito muy importante el aseguramiento del abastecimiento sostenible de biomasa.

El desarrollo de un mercado global se presenta cada vez de una forma más evidente como una alternativa eficaz para el suministro sostenible de la biomasa. Esta afirmación se basa, en primer término, en el hecho de que aunque la biomasa es un recurso cuya producción está

muy ampliamente distribuida a nivel mundial, su potencial y los costos y efectos medioambientales de la misma son muy diferentes de unas zonas a otras y las áreas que a nivel mundial presentan un mayor potencial para la producción sostenible de biomasa, tales como el continente latinoamericano y los países bálticos y subsaharianos, no coinciden, en líneas generales, con las de mayor demanda energética. Por otra parte, según diferentes estudios <sup>[12]</sup> las condiciones de producción de los recursos de biomasa y de los propios biocombustibles en las áreas de mayor potencial citadas parecen justificar, en determinados circunstancias, la sostenibilidad en términos económicos, energéticos y medioambientales, su transporte a grandes distancias, hasta los puntos de consumo en las zonas de mayor demanda. A este respecto, es interesante considerar que ya en la actualidad alrededor del 15% de los biocombustibles de mayor densidad energética, como son los biocarburantes y los pélets de biomasa, son consumidos en un continente distinto al de producción.

## Conclusiones

La bioenergía supone una oportunidad de producción masiva de energía renovable, competitiva y de bajo impacto medioambiental a escala mundial, a la vez que su uso da nuevas opciones y oportunidades para el sector primario, para combatir las emisiones de efecto invernadero y reducir el impacto ambiental global producido por la agricultura tradicional y el empleo de los combustibles fósiles actuales. Sin embargo, el desarrollo de esta fuente energética está limitado por una serie de barreras cuya desaparición está condicionada por la puesta en marcha de políticas eficaces tanto a nivel local como global que, teniendo en cuenta a todas las partes implicadas en cada caso, sirvan para promover el desarrollo del mercado moderno de la biomasa, que deberá estar basado en criterios de viabilidad técnica, económica y medioambiental, en la cooperación internacional y el desarrollo y la transferencia tecnológica y de materias primas. ●

## Bibliografía

- [1] Whittaker, R. H. 1975. Communities and Ecosystems. New York. Macmillan Publishing Co. ISBN 0-02-427390-2.
- [2] Smeets, E., Faaij, A., Lewandowski, I. and Turkenburg, W. (2006). A Bottom up Quickscan and Review of Global Bio-energy Potentials to 2050, Progress in Energy and Combustion Science 33: 56-106.
- [3] REN21. Renewables Global Status Report (2010). www.ren21.net
- [4] Biomass Multi-Year Programme Plan. Ver en <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>
- [5] Biomass Action Plan 2005-2010. Communication from the Commission. Brussels, 7.12.2005. COM(2005) 628 final
- [6] Solid biomass barometer - eurobserv'er - november 2010. www.eurobserv-er.org
- [7] Biofuels barometer - eurobserv'er - juillet 2010. www.eurobserv-er.org
- [8] Biogás barometer - eurobserv'er - november 2010. www.eurobserv-er.org
- [9] Agencia Europea del Medioambiente. How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? (2006). EEA Report No 7/2006. ISSN 1725-9177
- [10] Plan de Energías Renovables en España 2005-2010. IDAE- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Agosto de 2005. www.idae.es
- [11] Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España (PANER) 2011 - 2020. IDAE-Ministerio de Industria Turismo y Comercio Junio de 2010 www.idae.es
- [12] Carlo N. Hamelinck, Roald A.A. Suurs and André P.C. Faaij(2005). International bioenergy transport costs and energy balance. Biomass and Bioenergy Volume 29, Issue 2, August 2005, Pages 114-134



**Checchi & Magli**

## Tecnologías para horticultura



**SOLICITEN NUESTRO CATALOGO**

Via Guizzardi, 38 40054 BUDRIO BOLOGNA ITALIA

Tel. 051.80.02.53 Fax 051.69.20.611

[www.checchiemagli.com](http://www.checchiemagli.com)