

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LA BIOMASA Y SUS APLICACIONES

2.1. BIOMASA

La biomasa, sustancia orgánica renovable de origen animal o vegetal, era la fuente energética más importante para la humanidad y en ella se basaba la actividad manufacturera hasta el inicio de la revolución industrial. Con el uso masivo de combustibles fósiles, el aprovechamiento energético de la biomasa fue disminuyendo progresivamente y en la actualidad presenta en el mundo un reparto muy desigual como fuente de energía primaria. Mientras que en los países desarrollados, es la energía renovable más extendida y que más se está potenciando, en multitud de países en vías de desarrollo es la principal fuente de energía primaria lo que provoca, en muchos casos, problemas medioambientales como la deforestación, desertización, reducción de la biodiversidad³, etc.

No obstante, en los últimos años el panorama energético mundial ha variado notablemente. El elevado costo de los combustibles fósiles y los avances técnicos que han posibilitado la aparición de sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa cada vez más eficientes, fiables y limpios, han causado que esta fuente de energía renovable empiece a ser considerada por las industrias como una alternativa, total o parcial, a los combustibles fósiles⁴.

La energía de la biomasa proviene en última instancia del sol. Mediante la fotosíntesis el reino vegetal absorbe y almacena una parte de la energía solar que llega a la tierra; las células vegetales utilizan la radiación solar para formar

³ <http://www.centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.Kent/Departamentos/DFyQ/energia/e-3/energias.htm>. Biomasa. Definición de biomasa. Español. 2002.

⁴ <http://www.cps.unizar.es/~isf/html/bigen01.html#secc1>. La biomasa como fuente de energía. Características energéticas de la biomasa. Español. 2002.

sustancias orgánicas a partir de sustancias simples y del CO₂ presente en el aire⁵. El reino animal incorpora, transforma y modifica dicha energía. En este proceso de transformación de la materia orgánica se generan subproductos que no tienen valor para la cadena nutritiva o no sirven para la fabricación de productos de mercado, pero que pueden utilizarse como combustible en diferentes aprovechamientos energéticos.

2.1.1. DEFINICIÓN DE BIOMASA

Se podría definir a la biomasa como abreviatura de masa biológica o cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico. El término es utilizado con mayor frecuencia en las discusiones relativas a la energía de biomasa, es decir, al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos. La energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo⁶. Ver Figura 2.1. En algunos casos también es el recurso económico más importante, como en Brasil, donde la caña de azúcar se transforma en etanol, y en la provincia de Sichuán, en China, donde se obtiene gas a partir de estiércol. Existen varios proyectos de investigación que pretenden conseguir un desarrollo mayor de la energía de biomasa, sin embargo, la rivalidad económica que plantea con el petróleo es responsable de que dichos esfuerzos se hallen aún en una fase temprana de desarrollo.

Los combustibles derivados de la biomasa abarcan varias formas diferentes, entre ellas los combustibles de alcohol, el estiércol y la leña. La leña y el estiércol siguen siendo combustibles importantes en algunos países en vías de desarrollo⁷, y los elevados precios del petróleo han hecho que los países industrializados vuelvan a interesarse por la leña. Por ejemplo, se calcula que

⁵ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 3.

⁶ ACUÑA, M. Biomasa y Biocombustibles. Ecuador. Fundación ecuatoriana de tecnología apropiada. Volumen No. 1. 1989. p 3.

⁷ ACUÑA, M. Biomasa y Biocombustibles. Ecuador. Fundación ecuatoriana de tecnología apropiada. Volumen No. 1. 1989. p 1.

casi la mitad de las viviendas de Vermont (Estados Unidos) se calientan parcialmente con leña.

Los científicos están dedicando cada vez más atención a la explotación de plantas energéticas, aunque existe cierta preocupación de que si se recurre a gran escala a la agricultura para obtener energía podrían subir los precios de los alimentos.

Existen una serie de factores que condicionan el consumo de biomasa en los países, y que hacen que éste varíe de unos a otros, tanto cuantitativamente como en el aprovechamiento de la energía final. Estos factores se pueden dividir en tres grupos:

- Factores geográficos: inciden directamente sobre las características climáticas del país condicionando, por tanto, las necesidades térmicas que se pueden cubrir con combustibles biomásicos.
- Factores energéticos: dependiendo de los precios y características del mercado de la energía en cada momento, se ha de decidir si es o no rentable el aprovechamiento de la biomasa como alternativa energética en sus diversas aplicaciones.
- Disponibilidad del recurso: hace referencia a la posibilidad de acceso al recurso y la garantía de su existencia. Estos factores son los más importantes ya que inciden directamente tanto en el consumo energético de biomasa como en sus otras posibles aplicaciones.

Como ya se ha mencionado, las aplicaciones a las que va destinado el consumo de biomasa varían mucho de unos países a otros.

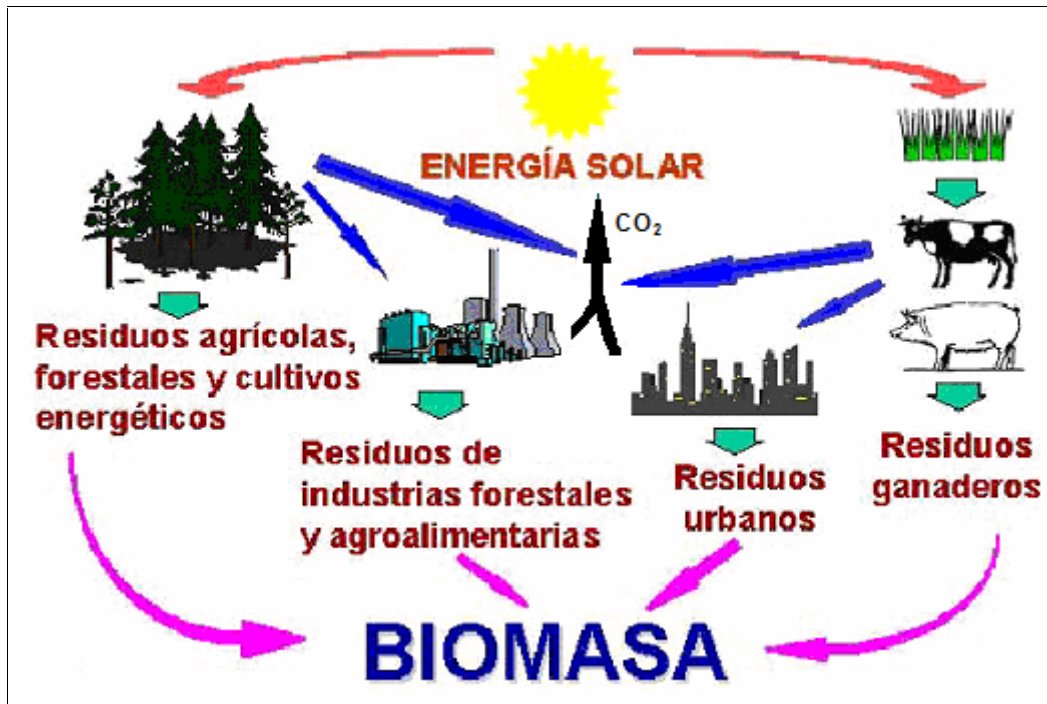


Figura 2.1. Ciclo de la Biomasa.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA

En muchas ocasiones, la biomasa se elimina por ser molesta para la instalación que la produce o porque entorpece las labores agrarias o ganaderas que la generan. Cuando esto ocurre, se está desperdiciando una fuente de energía importante.

Habitualmente, el contenido energético de la biomasa, sea esta seca o húmeda, se mide en función del poder calorífico del recurso (utilizando un calorímetro), aunque para algunos casos de biomasa residual húmeda o de los biocarburantes, se puede determinar en función del poder calorífico del producto energético obtenido en su tratamiento.

La Tabla 2.1, recoge el poder calorífico superior (P.C.S.) y el poder calorífico inferior (P.C.I.) a distintos contenidos de humedad de algunos de los recursos de biomasa más habituales.

Tabla 2.1. Contenido energético de algunos recursos englobados bajo el término biomasa residual seca⁸.

PRODUCTO	Poder Calorífico a humedad x (kJ/kg)				
	P.C.S.	x	P.C.I.	x	P.C.I.
Leñas y ramas	19.353	20	15.006	40	10.659
Serrines y virutas	19.069	15	15.842	35	11.537
Orujillo de oliva	18.839	15	15.800	35	11.746
Cáscara de almendra	18.559	10	16.469	15	15.424
Cortezas (Coníferas)	19.437	20	15.257	40	11.077
Cortezas (Fronosas)	18.225	20	14.087	40	9.948
Poda de frutales	17.890	20	13.836	40	9.781
Paja de cereales	17.138	10	15.173	20	13.209
Vid (Sarmientos)	17.765	20	13.710	40	9.656
Vid (Ramilla de uva)	17.263	25	12.331	50	7.399
Vid (Orujo de uva)	18.894	25	13.543	50	8.193

Por otra parte, como no se puede llevar a cabo la combustión directa de la biomasa residual húmeda, su contenido energético puede determinarse en función del que posee el biogás obtenido de su digestión anaeróbica. La cantidad de biogás generado y su contenido energético dependen de las características del sustrato tratado y de la tecnología empleada, la Tabla 2.2, muestra el potencial energético medio de algunos recursos.

Tabla 2.2. Contenido energético de algunos recursos englobados bajo el término biomasa residual húmeda⁹.

Sustrato	Cantidad de gas a 30 °C en (l/kg de residuo seco)	Contenido en metano (%)	P.C.I. (kcal/m ³ N de biogás)
Estiércol con paja	286	75	6.100
Excrementos de vaca	237	80	6.500
Excrementos de cerdo	257	81	6.600
Agua residual urbana	100 (por m ³ de agua tratado)	65	5.300

Por último, en el caso de los biocarburantes, éstos presentan un P.C.I. ligeramente inferior al de los combustibles fósiles tradicionales, aproximadamente el 10%.

⁸ <http://www.cps.unizar.es/~isf/html/bigen01.html#secc1>. La biomasa como fuente de energía. Características energéticas de la biomasa. Español. 2002.

⁹ <http://www.cps.unizar.es/~isf/html/bigen01.html#secc1>. La biomasa como fuente de energía. Características energéticas de la biomasa. Español. 2002.

2.1.3. INSTALACIONES EN LAS QUE SE PUEDE UTILIZAR LA BIOMASA

Como se ha visto hasta ahora, multitud de recursos quedan agrupados bajo el término genérico biomasa. Esta enorme variedad unida a la capacidad de adaptación de las tecnologías de aprovechamiento energético a los diferentes recursos existentes, causan que, en la actualidad, muchas de las actividades industriales podrían satisfacer toda o parte de su demanda energética con biomasa.

2.1.3.1. Aplicaciones energéticas

Con biomasa se puede generar energía térmica (agua o aire caliente, vapor, etc.), energía eléctrica e incluso mecánica mediante el uso de biocarburantes en motores de combustión interna:

2.1.3.1.1. Generación de energía térmica

El sistema más extendido para este tipo de aprovechamiento está basado en la combustión de biomasa sólida, aunque también es posible quemar el biogás procedente de la digestión anaeróbica de un residuo líquido o el gas de síntesis generado en la gasificación de uno sólido.

2.1.3.1.2. Generación de energía eléctrica

En función del tipo y cantidad de biomasa disponible varía la tecnología más adecuada a emplear para este fin. Tabla 2.3.

Ciclo de vapor: está basado en la combustión de biomasa, a partir de la cual se genera vapor que es posteriormente expandido en una turbina de vapor.

Turbina de gas: utiliza gas de síntesis procedente de la gasificación de un recurso sólido. Si los gases de escape de la turbina se aprovechan en un ciclo de vapor se habla de un ciclo combinado.

Motor alternativo: utiliza gas de síntesis procedente de la gasificación de un recurso sólido o biogás procedente de una digestión anaeróbica.

Tabla 2.3. Sistemas de generación de energía eléctrica con biomasa. Generalidades¹⁰.

TECNOLOGÍA	BIOMASA	TAMAÑO	COMENTARIOS
Ciclo de vapor	Sólida	> 4 MWeléctricos	
Turbina de gas	Gas de síntesis	> 1 MWeléctricos	Sobre todo para cogeneración
Ciclo combinado	Gas de síntesis	> 10 MWeléctricos	
Motor alternativo	Gas de síntesis o biogás	> 50 kWeléctricos	Sobre todo para cogeneración

Cogeneración: Cuando una entidad presenta consumos térmicos y eléctricos importantes se puede plantear la instalación de un sistema de cogeneración, consistente en la producción conjunta de energía térmica y eléctrica. Esta tecnología presenta como gran ventaja la consecución de rendimientos superiores a los sistemas de producción de energía térmica o eléctrica por separado.

El principio de funcionamiento de la cogeneración se basa en el aprovechamiento de los calores residuales de los sistemas de producción de electricidad comentados en el párrafo anterior.

Aunque cada caso debe ser estudiado en detalle, en general la cogeneración es adecuada para empresas con consumos de energía eléctrica importantes, con un factor de utilización elevado (más de 5000 h/año) y donde sea posible aprovechar energía térmica a temperatura media (alrededor de 400-500° C).

Un sistema de cogeneración basado en la utilización de biomasa permite disminuir el costo de la factura, tanto la eléctrica (existiendo la posibilidad añadida de venta del excedente de electricidad) como la de combustibles fósiles.

¹⁰ <http://www.cps.unizar.es/~isf/html/bigen01.html#secc1>. La biomasa como fuente de energía. Características energéticas de la biomasa. 2002.

Tanto los sistemas de generación de energía eléctrica como los de cogeneración requieren inversiones importantes, por lo que es preciso realizar un estudio muy cuidadoso y detallado antes de decidir implantarlos.

2.1.3.1.3. Generación de energía mecánica

Los biocarburantes pueden ser empleados en los motores alternativos de automóviles, camiones, autobuses, etc., sustituyendo total o parcialmente a los combustibles fósiles. La utilización de biocarburantes es especialmente interesante en industrias agrarias que dispongan de una adecuada materia prima para su producción (aceites reciclados, colza, girasol, maíz, trigo, patata, etc.) y que puedan autoconsumirlos (por ejemplo en tractores), llegando a suponer importantes ahorros en la factura de los combustibles.

2.1.4. VENTAJAS DEL USO DE LA BIOMASA

El empleo energético de la biomasa presenta numerosas ventajas¹¹, no sólo para el propietario de la instalación de aprovechamiento, sino también para el conjunto de la sociedad.

En el primero de los casos, las ventajas mencionadas son fundamentalmente económicas ya que se disminuye la factura energética al reducir la cantidad de combustibles que se debe adquirir del exterior.

En el segundo de los casos, el uso de la biomasa presenta, al igual que ocurre con otras energías renovables, numerosas ventajas medioambientales y socioeconómicas.

2.1.5. VENTAJAS AMBIENTALES DEL USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA

- Se considera que todo el CO₂ emitido en la utilización energética de la biomasa había sido previamente fijado en el crecimiento de la materia

¹¹ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 9.

vegetal que la había generado, por lo que no contribuye al incremento de su proporción en la atmósfera y, por tanto, no es responsable del aumento del efecto invernadero.

- La biomasa tiene contenidos en azufre prácticamente nulos generalmente inferiores al 0.1%. Por este motivo, las emisiones de dióxido de azufre, que junto con las de óxidos de nitrógeno son las causantes de la lluvia ácida, son mínimas.
- Por otra parte, el uso de biocarburantes en motores de combustión interna supone una reducción de las emisiones generadas (hidrocarburos volátiles, partículas, SO₂ y CO).
- Por último, el empleo de la tecnología de digestión anaeróbica para tratar la biomasa residual húmeda además de anular su carga contaminante, reduce fuentes de olores molestos y elimina, casi en su totalidad, los gérmenes y los microorganismos patógenos del vertido. Los fangos resultantes del proceso de digestión anaeróbica pueden ser utilizados como fertilizantes en la agricultura.

2.1.6. VENTAJAS SOCIOECONÓMICAS DEL USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA

- El aprovechamiento energético de la biomasa contribuye a la diversificación energética.
- La implantación de cultivos energéticos en tierras abandonadas evita la erosión (degradación del suelo).
- El aprovechamiento de algunos tipos de biomasa (principalmente la forestal y los cultivos energéticos) contribuyen a la creación de puestos de trabajo en el medio rural.

2.1.7. PROBLEMAS QUE PUEDEN PRESENTARSE EN SU USO

La utilización energética de la biomasa presenta, debido a sus características, pequeños inconvenientes con relación a los combustibles fósiles:

- Los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los de las que usan un combustible fósil líquido o gaseoso.
- La biomasa posee menor densidad energética, o lo que es lo mismo, para conseguir la misma cantidad de energía es necesario utilizar más cantidad de recurso. Esto hace que los sistemas de almacenamiento sean, en general, mayores.
- Muchos de estos recursos tienen elevados contenidos de humedad, lo que hace que en determinadas aplicaciones puede ser necesario un proceso previo de secado.

2.1.8. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA

Cuando se desea generar energía con biomasa se puede optar por diferentes sistemas tecnológicos. La elección entre uno y otro depende de las características de los recursos, de la cuantía disponible y del tipo de demanda energética requerida. En general, los sistemas comerciales existentes en el mercado para utilizar la biomasa residual seca se pueden clasificar en función de que estén basados en la combustión del recurso o en su gasificación; los que aprovechan el contenido energético de la biomasa residual húmeda están basados en su digestión anaeróbica y, por último, para ambos tipos de recursos, existen tecnologías que posibilitan la obtención de biocarburantes.

2.2. TIPOS DE BIOMASA¹²

Existen diferentes tipos de biomasa que pueden ser utilizados como recurso energético. Aunque se pueden hacer multitud de clasificaciones, se ha escogido dos clasificaciones que son las más aceptadas:

2.2.1. PRIMERA CLASIFICACIÓN

2.2.1.1. Bosques¹³

La única biomasa explotada actualmente para fines energéticos es la de los bosques. No obstante, el recurso sistemático de la biomasa de los bosques para cubrir la demanda energética sólo puede constituir una opción razonable en países donde la densidad territorial de dicha demanda es muy baja, así como también la de la población (tercer mundo). En países donde no existe mucha forestación es razonable contemplar el aprovechamiento energético de la corta y saca y de la limpia de las explotaciones forestales (leña, ramaje, follaje, etc.), así como de los residuos de la industria de la madera.

2.2.1.2. Residuos agrícolas y deyecciones y camas de ganado

Estos constituyen otra fuente importante de bioenergía, aunque no siempre sea razonable darles este tipo de utilidad. Por ejemplo, en países como España, sólo parece recomendable el uso a tal fin de la paja de los cereales en los casos en que el retirarla del campo no afecte apreciablemente a la fertilidad del suelo, y de las deyecciones y camas del ganado cuando el no utilizarlas sistemáticamente como estiércol no perjudique las productividades agrícolas.

¹² GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 3.

¹³ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 3.

2.2.1.3. Cultivos energéticos

Es muy discutida la conveniencia de los cultivos o plantaciones con fines energéticos, no sólo por su rentabilidad en sí mismos, sino también por la competencia que ejercerían con la producción de alimentos y otros productos necesarios (madera, etc.). Las dudas aumentan en el caso de las regiones templadas, donde la asimilación fotosintética es inferior a la que se produce en zonas tropicales. Así y todo, se ha estudiado de modo especial la posibilidad de ciertos cultivos energéticos, especialmente sorgo dulce y caña de azúcar, en ciertas regiones, donde ya hay tradición en el cultivo de estas plantas de elevada asimilación fotosintética. No obstante, el problema de la competencia entre los cultivos clásicos y los cultivos energéticos no se plantearía en el caso de otro tipo de cultivo energético: los cultivos acuáticos. Una planta acuática particularmente interesante desde el punto de vista energético sería el jacinto¹⁴ de agua, que posee una de las productividades de biomasa más elevadas del reino vegetal (un centenar de toneladas de materia seca por hectárea y por año). Podría recurrirse también a ciertas algas microscópicas (microfitos), que tendrían la ventaja de permitir un cultivo continuo. Así, el alga unicelular *Botryococcus braunii*¹⁵, con relación a su peso, produce directamente importantes cantidades de hidrocarburos.

2.2.2. SEGUNDA CLASIFICACIÓN

2.2.2.1. Biomasa natural

Es la que se produce en la naturaleza sin ninguna intervención humana. El problema que presenta este tipo de biomasa es la necesaria gestión de la adquisición y transporte del recurso al lugar de utilización. Esto puede provocar que la explotación de esta biomasa sea inviable económicamente.

¹⁴ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 84.

¹⁵ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación N° 1. 1987. p 53.

2.2.2.2. Biomasa residual (seca y húmeda)

Son los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosos y herbáceos) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras y que todavía pueden ser utilizados y considerados subproductos. Como ejemplo se puede considerar el aserrín, la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, kikuyo, etc.

El kikuyo es nativo de las montañas de Kenya (África del Este) habitadas por la tribu Kikuyu, de allí su nombre común, en condiciones ecológicas muy similares a las zonas húmedas altoandinas, alrededor de los 2000 a 2600 msnm y 2 grados de latitud norte.

Se cree que el pasto fue introducido al Ecuador a comienzos de siglo 20 como un pasto promisorio para la producción animal. Su hábito de crecimiento agresivo lo ha convertido en una maleza para los cultivos y en un problema para el mantenimiento de pasturas.

El kikuyo es una gramínea perenne que se reproduce por semilla (casi invisible), estolones y rizomas. Forma rápidamente una masa de material vegetativo abundante y cerrada que impide el desarrollo de otras especies de gramíneas. En condiciones de humedad y fertilidad suficientes y de pastoreo adecuado, convive con trébol blanco. Sus hojas son fuertemente enervadas y toscas al contacto. La experiencia de la sierra ecuatoriana enseña que es imposible erradicar permanentemente al kikuyo de los campos aun con mediadas drásticas de cultivo continuado por varios años y aun con el uso de herbicidas sistémicos fuertes, porque las semillas sobreviven por largo tiempo en el suelo¹⁶.

Se denomina biomasa residual

¹⁶ PALADINES, O. Especies forrajeras de mayor uso en el Ecuador. Ecuador. Universidad Central. Texto de consulta. 2002. p 12.

húmeda a los vertidos llamados biodegradables, es decir, las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente purines).

2.2.2.3. Cultivos energéticos

Estos cultivos se generan con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible¹⁷. Estos cultivos se los puede dividir en:

1. Cultivos ya existentes como los cereales, oleaginosas, remolacha, etc.
2. Lignocelulósicos forestales (chopo, sauces, etc.)
3. Lignocelulósicos herbáceos como el cardo *Cynara cardunculus*.
4. Otros cultivos como la patata.

2.3. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Aparte del caso excepcional de *Brotryococcus braunii*, que produciría directamente petróleo, la utilización práctica de las diferentes formas de biomasa requiere unas técnicas de conversión¹⁸.

2.3.1. MÉTODOS TERMOQUÍMICOS

Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca, y, en particular, a los de la paja y de la madera.

2.3.2. LA COMBUSTIÓN

Es la oxidación completa de la biomasa por el oxígeno del aire, libera simplemente agua y gas carbónico, y puede servir para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.

¹⁷ GARCÍA, M. JÁUREGUI, J. Energía a partir de biomasa (Bio-Energía). Venezuela. Ministerio de Energía y Minas. Serie de Manuales de Bioenergía. Publicación No. 1. 1987. p 3.

¹⁸ www.appa.es/dch/la_biomasa.htm#conversion. Asociación de productores de energías renovables-appa. Métodos de conversión de la biomasa en energía.

2.3.3. LA PIRÓLISIS

Es la combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500 °C, se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. Aparte de éste, la pirólisis lleva a la liberación de un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros. Este gas de débil poder calorífico, puede servir para accionar motores diesel, o para producir electricidad, o para mover vehículos. Una variante de la pirólisis, llamada pirólisis flash, lleva a 1000 °C en menos de un segundo, tiene la ventaja de asegurar una gasificación casi total de la biomasa. De todas formas, la gasificación total puede obtenerse mediante una oxidación parcial de los productos no gaseosos de la pirólisis. Las instalaciones en las que se realizan la pirólisis y la gasificación de la biomasa reciben el nombre de gasógenos. El gas pobre producido puede utilizarse directamente como se indica antes, o bien servir de base para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol).

2.3.4. MÉTODOS BIOLÓGICOS¹⁹

La fermentación alcohólica es una técnica empleada con los azúcares, que puede utilizarse también con la celulosa y el almidón, a condición de realizar una hidrólisis previa (en medio ácido) de estas dos sustancias. Pero la destilación, que permite obtener alcohol etílico prácticamente anhidrido, es una operación muy costosa en energía. En estas condiciones, la transformación de la biomasa en etanol y después la utilización de este alcohol en motores de explosión, tienen un balance energético global dudoso. A pesar de esta reserva, ciertos países (Brasil, E.U.A.) tienen importantes proyectos de producción de etanol a partir de la biomasa con un objetivo energético (propulsión de vehículos; cuando el alcohol es puro o mezclado con gasolina, el carburante recibe el nombre de gasohol).

¹⁹ CALS COELHO, J. Biomassa biocombustíveis bioenergía. Primera ed. Brasília. Ministério das Minas e Energia. 1982. p 31.

2.3.5. LA FERMENTACIÓN METÁNICA

Es la digestión anaeróbica de la biomasa por bacterias. Es idónea para la transformación de la biomasa húmeda (más del 75% de humedad relativa). En los fermentadores, o digestores, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas, que contiene alrededor de 60% de metano y 40% de gas carbónico. El problema principal consiste en la necesidad de calentar el equipo, para mantenerlo a la temperatura óptima de 30-35 °C. No obstante, el empleo de digestores es un camino prometedor hacia la autonomía energética de las explotaciones agrícolas, por recuperación de las deyecciones y camas del ganado. Además, es una técnica de gran interés para los países en vías de desarrollo. Así, millones de digestores ya son utilizados por familias campesinas chinas.