

BIOMASA Y AGROENERGIA

por F. SAURA



Desde la aparición de la crisis energética se vienen potenciando y presentando diversas fuentes alternativas, y especialmente la nuclear. Grandes grupos sociales consideran que la solución debe pasar por las formas de energía renovables (hidráulica, solar, eólica, etc.). Probablemente la menos conocida o difundida sea la que recientemente viene denominándose "agroenergía", la cual conlleva la utilización del término "biomasa".

Este artículo de divulgación tiene por objeto presentar las características y posibilidades de esta fuente de energía, de gran importancia potencial en todo el mundo y que presenta gran aplicabilidad en territorios de las características de Mallorca.

CONCEPTO DE BIOMASA Y AGROENERGIA

En sentido amplio se entiende por biomasa cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen como consecuencia de un proceso biológico. Las moléculas orgánicas de la biomasa contienen energía acumulada en sus enlaces, la cual se libera en los procesos de combustión.

Atendiendo a su origen la biomasa se puede clasificar en primaria, secundaria, residual y fósil. La primaria es la formada directamente por la fotosíntesis, es decir representa la materia orgánica formada por las plantas. La biomasa secundaria es la que producen los seres heterótrofos que utilizan la biomasa primaria para su nutrición (un ejemplo sería la carne producida por los herbívoros); el rendimiento de esta transformación de primaria en secundaria es sólo del 10 al 20% por lo que no tiene interés con finalidad energética. La biomasa residual se produce como consecuencia de algún tipo de actividad humana (residuos urbanos, estiércol, etc.). La biomasa fósil la constituyen el petróleo, el gas natural y los carbones y, obviamente, no se incluye como agroenergía o energía renovable.

Tradicionalmente la agricultura se enfoca a la obtención de proteínas e hidratos de carbono para la alimentación. La agroenergía plantea un desarrollo de cultivos con fines exclusivamente energéticos, a partir de plantas ya existentes y actualmente marginales o abandonadas como

silvestres, y potenciando las mejoras genéticas necesarias en otros casos para obtener grandes rendimientos en biomasa.

La biomasa procede de la captación y transformación de la energía solar y existen numerosas razones para creer en sus posibilidades energéticas. Así, el contenido calórico de la biomasa producida anualmente en toda la biosfera por fotosíntesis es del orden de $6,3 \times 10^{17}$, cantidad seis veces superior a la demanda energética mundial. Las necesidades alimenticias de una población mundial de 4.000 millones de habitantes representarían solamente el 1,3% de la producción fotosintética mundial, por lo que quedaría un amplio margen para la utilización de la biomasa como energía. Además, las tierras cultivadas actualmente ocupan solamente el 10% de las tierras emergidas.

El cultivo de tierra con fines energéticos permitiría la utilización de superficies consideradas como marginales y ayudaría a solucionar el problema de la necesidad de trabajo en las zonas más pobres. Por otra parte, no se requiere tecnología especial e implicaría la eliminación de la dependencia de mercados exteriores y costes de divisas.

Como toda actividad con futuro debe tener un soporte de investigación. En este caso iría enfocada principalmente a los estudios genéticos de plantas ya mencionadas y a los estudios encaminados a aumentar el rendimiento de la fotosíntesis. El rendimiento energético de la fotosíntesis en la biosfera es sólo del orden del 0,05%, mientras que en experiencias de laboratorio se ha llegado a incrementar cien veces.

NECESIDADES DE ENERGIA

Para satisfacer las necesidades del organismo humano, cada individuo necesita ingerir diariamente alimentos con un contenido de 2.000 Kcal. por término medio. Además el hombre necesita energía para desarrollar su actividad vital, comercial, industrial, etc. Este gasto, que en los pueblos primitivos era muy bajo, en países avanzados llega a ser de 230.000 Kcal. por individuo y día. En la tabla siguiente, elaborada por Gock se recogen estos aspectos

	Consumo diario por individuo (x 1.000 kcal.)				TOTAL
	Alimento*	Confort y Comercio	Industrias y Agricultura	Transporte	
Hombre primitivo recolector	2	—	—	—	2
Hombre primitivo cazador	3	2	—	—	5
Agricultor primitivo	4	4	4	—	12
Agricultor avanzado	6	12	7	1	26
Hombre de época industrial	7	32	24	14	77
Hombre de época tecnológica	10	66	91	63	230

* Se considera la energía contenida en los alimentos, más la energía gastada en producirlos.

FUENTES DE BIOMASA Y PLANTACIONES DE ENERGIA

Las principales fuentes de biomasa para obtención de energía son residual y las plantaciones energéticas.

La biomasa residual procede de las explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas y de los residuos generados en industrias y núcleos urbanos. Considerando globalmente la actividad humana, se estima que por habitante y año se producen dos toneladas de biomasa residual seca, equivalente a 8 millones de Kcal. Su utilización presenta, entre otras, la ventaja de que se encuentra concentrada en determinados lugares y de que reduciría la contaminación y el deterioro del medio ambiente que producen.

Los países de la Comunidad Económica Europea estiman que de la biomasa residual podrían obtener el 10% aproximadamente de sus necesidades energéticas. En España hay estudios que estiman la potencialidad energética de esta forma de biomasa en el 14,3% de la demanda energética para 1985.

Las plantaciones de energía son el objetivo de la "agroenergética". Esta palabra fue introducida en 1976 por el Dr. Jesús Fernández, de los laboratorios de Biosíntesis de la Junta de Energía Nuclear. Se ha de tener en cuenta que los cultivos agroalimentarios se han seleccionado durante centenares de años, mientras que los cultivos agroenergéticos están prácticamente en sus inicios en sus diversos aspectos (rendimiento, selección genética, zonas de cultivo, etc.).

Los cultivos de energía deben seleccionarse con el objetivo de obtener la mayor cantidad de energía, lo cual estará también en función de las características edafológicas de la zona (suelo, clima, etc.).

Son susceptibles de utilización con estos fines cultivos tradicionales (maíz, sorgo, girasol, mandioca, etc.), partiendo de variedades que producen mayor rendimiento de biomasa, aunque con mala calidad alimenticia.

Se han considerado numerosas especies silvestres para su utilización energética. Así en España se pueden citar las siguientes: *Onopordum nervosum* (toba), *Cynara cardunculus* (cardo lleno), *Opuntia ficus-indica* (chumbera) y *Agave americana* (pita).

Los cultivos de eucalipto, chopos, álamos, acacias y otras plantas forestales son igualmente fuente energética. En estas plantaciones interesa realizar cortes frecuentes con objeto de evitar que gran parte de la energía fijada se pierda en los procesos metabólicos aplicados en la formación de la madera.

Es interesante el denominado jacinto de agua, que está considerado como una mala hierba, pero que es una planta de enorme productividad, que crece muy bien en las aguas residuales con gran rendimiento de biomasa. Se estudian también algas marinas y algas unicelulares, y para evitar la difícil recolección se plantean "granjas marinas" y balsas de agua para su cultivo.

PRODUCCION DE COMBUSTIBLES

La aplicación más interesante de la biomasa es la obtención de combustibles a partir de la misma. Los procesos más interesantes para estos fines son:

Digestión anaerobia para la producción de biogas.

Fermentación para la producción de alcohol.

Pirólisis para obtener diversos productos sólidos, líquidos y gases.

Gasificación por calentamiento en ausencia de aire para obtener una mezcla de gases combustibles.

Extracción de hidrocarburos a partir de plantas laticíferas.

La selección del proceso de mayor interés a aplicar en cada caso concreto dependerá de la composición química de la biomasa a tratar.

POSIBILIDADES AGROENERGETICAS EN DIVERSAS ZONAS, CON REFERENCIA A MALLOCA

Los países americanos son los de mayores posibilidades agroenergéticas, y en general todos los territorios que dispongan de superficie suficiente para estos cultivos. En España se calcula se podrían dedicar 23 millones de hectáreas a estos fines, los cuales potencialmente tendrían una producción media superior a la demanda energética total del país.

Existen numerosos proyectos de plantaciones de energía en Estados Unidos, Australia, Brasil, India, Canadá, etc. En el Directorio de Bioenergía de 1980, publicado por el Bio-Energy Council, se recogen más de 650 proyectos correspondientes a 34 países.

En Mallorca recientemente se ha constituido una comisión en la que se integran diversas entidades oficiales para el estudio y aprovechamiento de los recursos de biomasa y residuos urbanos.

Los recursos de Mallorca, estimados por el Ministerio de Industria y Energía son los siguientes:

1) Biomasa renovable:	
Forestal resinosos	15.000 Toneladas anhidras
Forestal frondosos	8.000 Toneladas anhidras
Agrícola	25.000 Toneladas anhidras
Residuos, aserradero	10.000 Toneladas anhidras
	<hr/>
	58.000 Toneladas/año

Otras posibilidades no cuantificadas:

Plantación silvícola (Chopo).

Plantación agrícola para cultivo específico (alcohol).

2) Residuos urbanos:

450 Toneladas/día (a 57% de humedad) equivalentes a 70.000 toneladas/año de residuos anhidros.

Lodos procedentes de depuradoras conteniendo entre 87 y 96% de humedad.

3) Lignito

Recursos estimados	51,5 x 10 ⁶ Toneladas
Recursos utilizables	26,0 x 10 ⁶ Toneladas

Nivel de utilización:

100.000 Toneladas/año; duración de los recursos 230 años.

300.000 Toneladas/año; duración de los recursos 76 años.

500.000 Toneladas/año; duración de los recursos 46 años.

Todos estos datos son globales. Sería interesante llevar a cabo un desarrollo metodológico para la evaluación de las posibilidades agroenergéticas y su aplicación práctica por zonas o municipios, con el fin de estimar las posibilidades actuales y las posibilidades de desarrollo de nuevos cultivos y la aplicación de los mismos según las necesidades. A continuación se indica un plan de desarrollo del trabajo que podría efectuarse con estos fines.

01. Consideraciones para la caracterización del Municipio

Para estudiar las posibilidades agroenergéticas de un municipio, es necesario en primer lugar conocer perfectamente todas aquellas características que van a incidir directamente sobre dichas posibilidades.

Se trata, por lo tanto, de estudiar a fondo la caracterización del medio, clasificación agroclimática, ordenación actual del territorio, estructura de explotaciones, etc.

Una vez definido de esta forma el municipio, se estudiará la situación energética actual, formas de abastecimiento, dependencias del exterior y se determinará la demanda energética por sectores.

Conocidas las características del entorno y puesto que todo aprovechamiento agroenergético tiene como base la disponibilidad de biomasa, el siguiente paso será hacer un inventario de la biomasa existente y, lo que es más importante, evaluar la productividad primaria de los diversos ecosistemas, tanto naturales, como artificiales (cultivos).

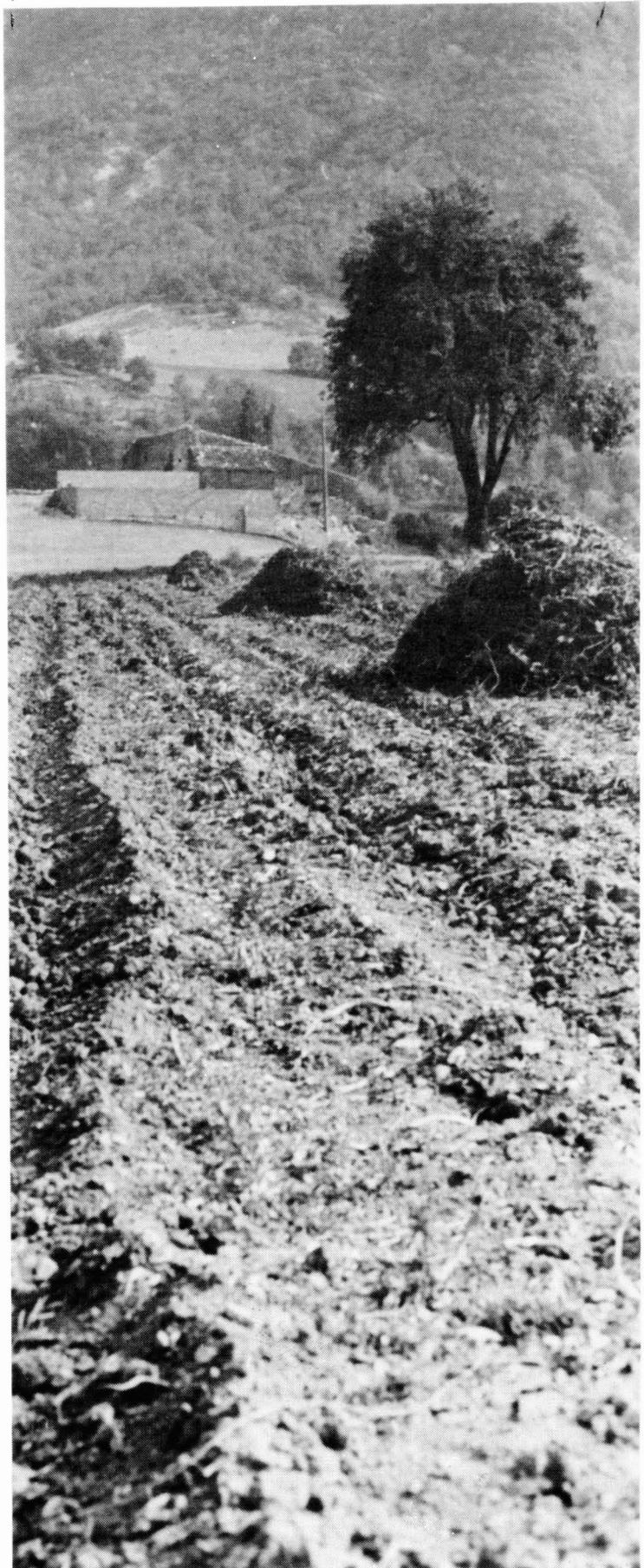
02. Posibilidades de desarrollo agroenergético del Municipio

En el estudio de las posibilidades de desarrollo agroenergético de un municipio hay que partir de dos supuestos:

- a) considerando el aprovechamiento actual de la tierra.
- b) considerando una nueva ordenación territorial.

Dentro del aprovechamiento actual de la tierra, se partirá de la base de que la tierra cultivada hasta ahora seguirá cultivándose igualmente con los mismos cultivos y con los mismos fines, tanto agroalimentarios como agroindustriales. De esta forma, las posibilidades agroenergéticas se limitarán al aprovechamiento de la biomasa residual en sus distintas fuentes (agrícolas, ganaderas, forestales, etc.), y a la biomasa producida con fines agroenergéticos en tierras no cultivadas actualmente, consideradas como marginales. En este caso último, habrá que estudiar las características de estas tierras y las posibilidades de implantación de cultivos, tanto convencionales (con fines agroenergéticos) como de nuevos cultivos que destacan por su producción energética.

En el segundo supuesto, considerando una nueva ordenación territorial, se harán los estudios pertinentes para introducir además de los cultivos clásicos, otros cultivos agroenergéticos, que puedan sustituir, en ciertas zonas, a los que en la



FOTOGRAFIA: DAMIÀ BOSCANÀ

actualidad tengan poca producción y baja rentabilidad, obteniendo de esta forma un mejor aprovechamiento de la tierra, sin olvidar, como en el primer supuesto el aprovechamiento de tierras marginales.

Dentro de esta nueva ordenación territorial, también se estudiarán, la tipología de explotaciones, industrias agrarias y forestales, manipulación y tratamiento de residuos, etc., y se coordinarán con el fin de obtener una mayor racionalización de los distintos aprovechamientos.

03. Producción bioenergética potencia neta según los diferentes procesos de transformación

Una vez determinada la biomasa disponible, tanto en los supuestos de situación actual como de nueva ordenación, se estimará dentro de aquella la biomasa susceptible de ser utilizada mediante los diversos procesos de transformación.

Debida a la heterogeneidad de esta biomasa, será necesario una clasificación en grupos más homogéneos. Para esta clasificación, se tendrá en cuenta entre otras cosas, el contenido de humedad en el momento de su recolección y la composición química, que determinarán el proceso de transformación, bien por vía seca o vía húmeda, y en el caso de los procesos biológicos el pretratamiento a efectuar.

Los procesos principales a considerar, serán los siguientes:

- a) Por vía seca,
 - combustión directa
 - carbonización
 - pirólisis
 - gasificación (gas de gasógeno).

- b) Por vía húmeda,
 - fermentación alcohólica
 - digestión anaerobia (biogás).

- c) Independientemente del contenido de humedad.
 - Destilación directa de compuestos naturales y estudios de obtención de productos químicos de interés comercial.

Según estos procesos, los productos obtenidos serán:

- Energía directa y energía potencial (combustibles y carburantes)
 - Calor
 - Gas de gasógeno
 - Metanol
 - Etanol
 - Biogás
 - Otros hidrocarburos
 - Productos complementarios sustitutivos de consumos energéticos
 - Agua limpia
 - Fertilizantes
 - Productos para la industria
 - Otros

Conocidas estas producciones, se valorará su contenido energético en la misma unidad, obteniendo de esta forma la **16** producción bioenergética potencial total bruta. A continua-

ción se analizará el balance energético para cada caso, con el fin de obtener la producción bioenergética neta, siendo este dato el más representativo para determinar las posibilidades de aprovechamiento agroenergético.

Así mismo, se estudiará la importancia de cada uno de los productos obtenidos y la repercusión energética que puede tener debido a sus características particulares.

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto se puede concluir que es posible un planteamiento natural para resolver los problemas energéticos. Un procedimiento natural basado en la recogida y almacenamiento de la energía solar a través de los organismos dotados de esta capacidad, los vegetales, sin necesidad de recurrir a priori a procesos tecnológicos complejos y costosos, y por tanto, asequibles a todos los territorios.

Las superficies disponibles para estos fines tienen capacidad potencial para satisfacer las demandas energéticas. Ello implica un nuevo o un segundo enfoque de la agricultura, compatible con el tradicional.

Como soporte sería de gran utilidad potenciar la investigación encaminada a selección de cultivos, selección de plantas acuáticas y marinas y estudio de los espacios y condiciones de su cultivo concentrado, mejoras genéticas, mejoras del rendimiento fotosintético, etc. Estas investigaciones estarían encaminadas al mejoramiento, pero con el nivel de conocimientos actual es posible una planificación eficaz con estos fines.

La agroenergía podría presentarse como alternativa a la energía nuclear. Ello llevaría consigo una planificación a nivel de gran estructura. Tal vez, como posibilidad difícil de aseverar, los intereses económicos y políticos de las grandes potencias exportadoras de tecnología nuclear no favorezcan una decidida planificación agroenergética.

BIBLIOGRAFIA

- J. FERNANDEZ. *La agricultura como productora de energía. Ingeniería Química*. Noviembre, 1980.
- THE BIO-ENERGY COUNCIL. *Bio-Energy Directory*. April 1980.
- E. COOK. *The flow of energy in an industrial society. Scientific American*. September, 1971.
- Curso sobre Agroenergética. Universidad Politécnica de Madrid, 1980.
- M. CALVIN. *Energy and Materials via Photosynthesis. En living systems as Energy Converters*. Elsevier North-Holland Biomedical Press, 1977.
- J. FERNANDEZ. *Agroenergética*. Agricultura, 46. 1977.
- GOLDMAN AND RYTHER. *Biological Solar Energy Conversion*. Academic Press, 1977.
- J. MERCIER. *Energie et agriculture. Le choix écologique*. Ed. Deberd, 1978.
- M. SLESSER AND C. LEWIS. *Biological energy resources*. E. F. N. Spon Ltd. 1979.
- K. HOWLETT AND A. GAMACHE. *Silvicultural Biomass Farm*. The Mitre Corporation, Metrek Division, 1977.