



Escuela de Verano
para estudiantes de Enseñanza Media
4 al 27 de enero 2010

Universidad de Chile
Escuela de Verano 2010
Curso Energías Renovables I

Guía Teórica: Biomasa

Escrita por: Javier Gavilán

Enero 2010



Central de Biomasa inaugurada en Julio de 2009 en Corduente, Guadalajara, España por la empresa IBERDROLA RENOVABLES

Introducción

La Biomasa es un de energía renovable no convencional, que hemos estado utilizando desde el inicio de los tiempos. En los últimos años ha aumentado la variedad de tipos de biomasa para la producción energética. Toda materia orgánica producida en un proceso biológico puede ser utilizada para producir energía.

Dentro de las biomasas más importantes se encuentra la producción energética a partir de aceites, azúcares y descomposición. Es a través de ellas donde se puede suplir la demanda de energía y de forma limpia, en comparación a combustibles fósiles.

El sol entrega energía a toda materia vegetal a través de la fotosíntesis, por lo tanto, todo vegetal tiene energía contenida en su interior. Es por esto que la materia vegetal puede ser tratada para obtenerse energía que permita satisfacer las necesidades humanas.

Tipos de Biomasa

- **Residuos agrícolas y forestales, cultivos energéticos:**

En el primer grupo se encuentra toda la materia vegetal que viene directamente del proceso de fotosíntesis, por ejemplo, cultivos agrícolas. Pero se utilizan también desechos forestales y agrícolas. También dentro de este grupo se consideran a las algas y microalgas, las cuales son ricas en aceites.

- **Residuos animales:**

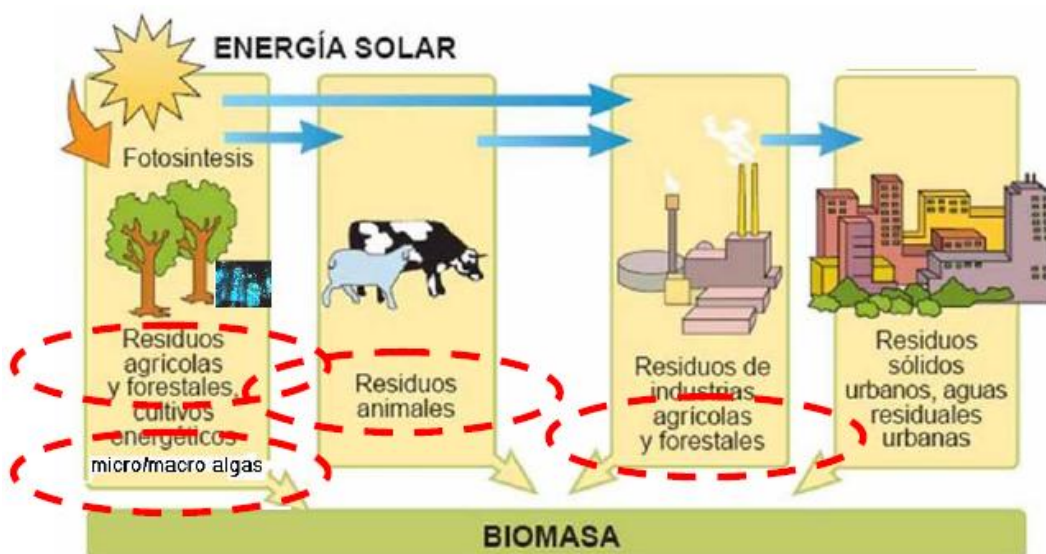
Los animales consumen materia vegetal, la cual luego es digerida y eliminada a través de sus excrementos. Estos pueden ser tratados para extraer la energía contenida en ellos.

- **Residuos de la industria agrícola y forestal:**

En los procesos de refinación de toda industria que trate materia vegetal, se producen desechos que siguen conteniendo parte de aquella materia tratada.

- **Residuos sólidos y de aguas residuales urbanas:**

Las ciudades generan desechos provenientes de nuestros hogares, ya sean aguas servidas o desechos sólidos (basura). Parte de esos desechos provienen de fuente vegetal.



Esquema 1: Tipos de biomasa.

Clasificación de la biomasa

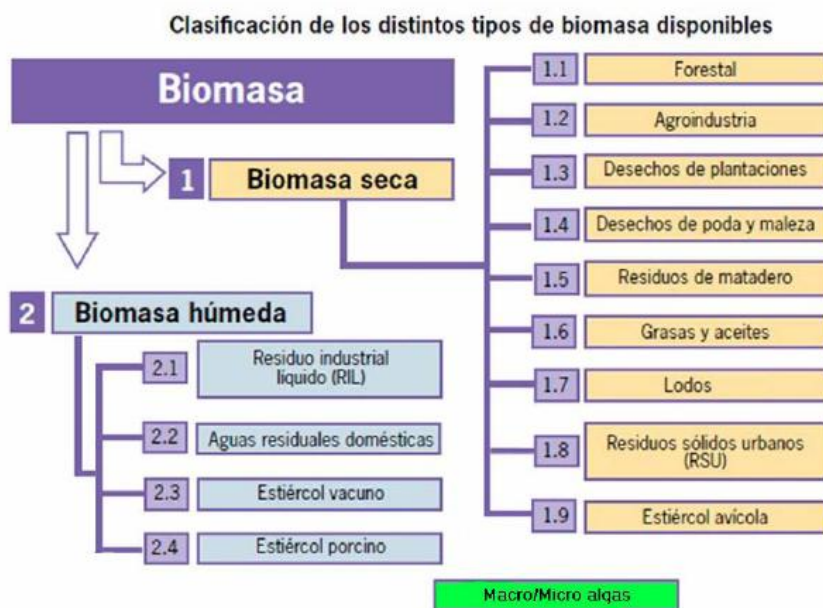
La biomasa se clasifica en dos tipos que dependen principalmente de su contenido de agua:

- **Biomasa seca**

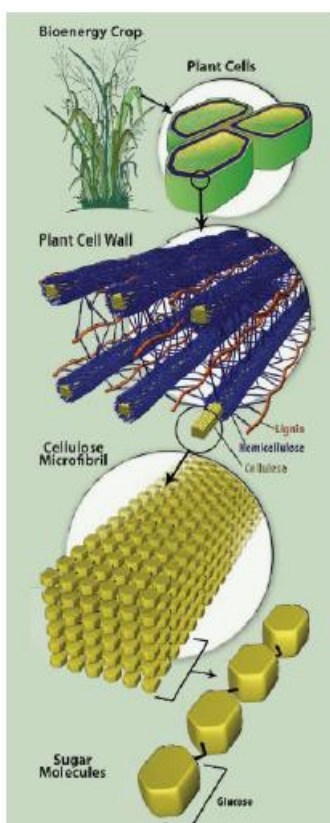
Escaso contenido de agua, por ejemplo: aserrín, madera, grasas y aceites, estiércol avícola, etc.

- **Biomasa húmeda**

Alto contenido de agua, por ejemplo: estiércol porcino, residuos agrícolas, aguas servidas, etc.



Composición de la biomasa



La composición de la biomasa es similar (carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno) a la de todo organismo biológico y sus valores se resumen en la siguiente tabla:

| Compuesto | Porcentaje aproximado |
|--------------------------|-----------------------|
| Carbono | 50% |
| Oxígeno | 43% |
| Hidrógeno | 6% |
| Nitrógeno, Azufre, Otros | 1% |

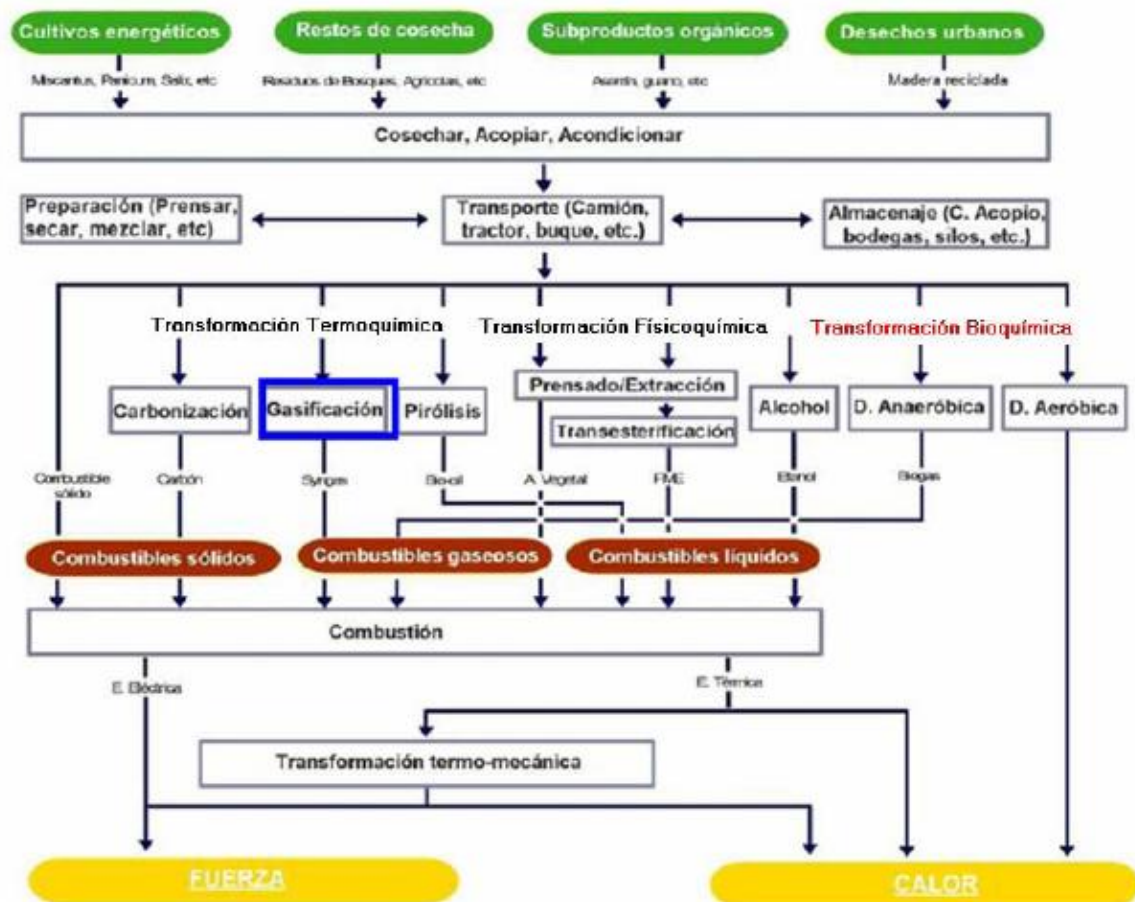
Tabla 1: Composición de la biomasa.

Sin embargo, la materia vegetal está compuesta principalmente de **celulosa, lignina y hemicelulosa**. Siendo la celulosa una formación cristalina de moléculas de glucosa, lo que la hace difícil romperla.

Transformación de la biomasa en energía

Existen varios procesos para transformar la biomasa en energía, donde cada uno de los métodos dependerá del tipo de biomasa presente. Por ejemplo, la madera se puede **carbonizar** para luego **combustionarla** (quemarla) con el fin de producir energía o directamente puede ser llevada a **combustión**.

A continuación se presenta un esquema con todos los procesos de conversión, y posteriormente se procederá a explicar los más relevantes:

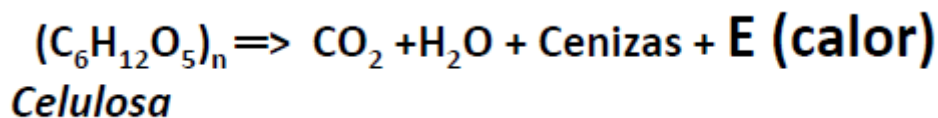


Esquema 2: Conversión de la biomasa en energía.

Transformaciones termoquímicas

1. Combustión

Es una reacción en la cual la sustancia orgánica reacciona en presencia de oxígeno produciendo CO₂, H₂O y CALOR. Donde el calor puede ser utilizado para generar energía.



2. Gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (carbón, biomasa, plástico) es transformado en un gas combustible mediante una serie de reacciones que ocurren en presencia de un agente gasificante (aire, oxígeno, vapor de agua o hidrógeno).

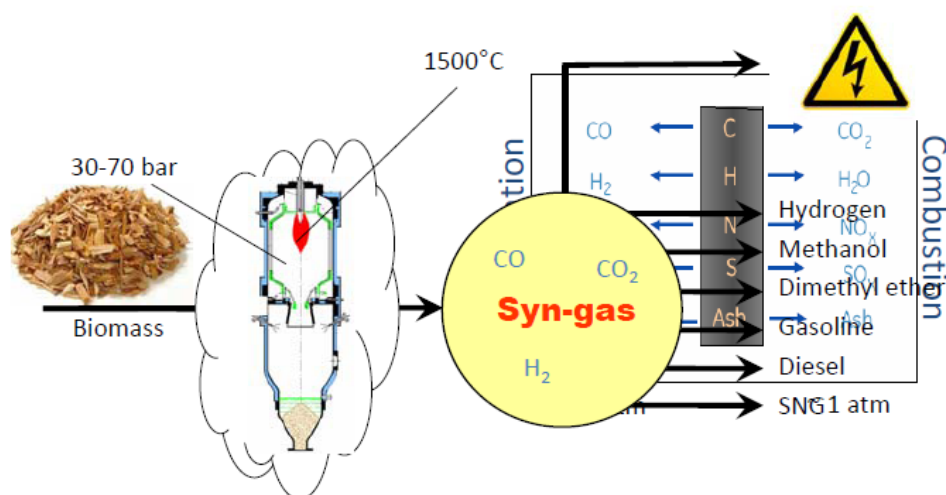
Según el tipo de proceso, la gasificación puede traducirse en dos tipos de gases:

- **GAS POBRE**

Si el proceso es realizado en ausencia de aire u oxígeno o con un suministro restringido, alcanzando temperaturas de alrededor de 1.000 °C, se genera un gas de bajo Poder Calorífico (PC~5,2MJ/m³), compuesto de dióxido (CO₂) y monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), Hidrógeno (H₂) y Nitrógeno (N₂).

- **GAS DE SINTESIS**

En presencia de oxígeno puro y vapor adicional, la gasificación genera un gas de muy bajo contenido de N₂ y de PC mayor (~ 11 MJ/m³), el que puede ser limpiado y enriquecido con H₂ para convertirlo en *Gas de Síntesis*, compuesto de CO e H₂ solamente. Adecuado para la síntesis de combustibles y productos químicos.



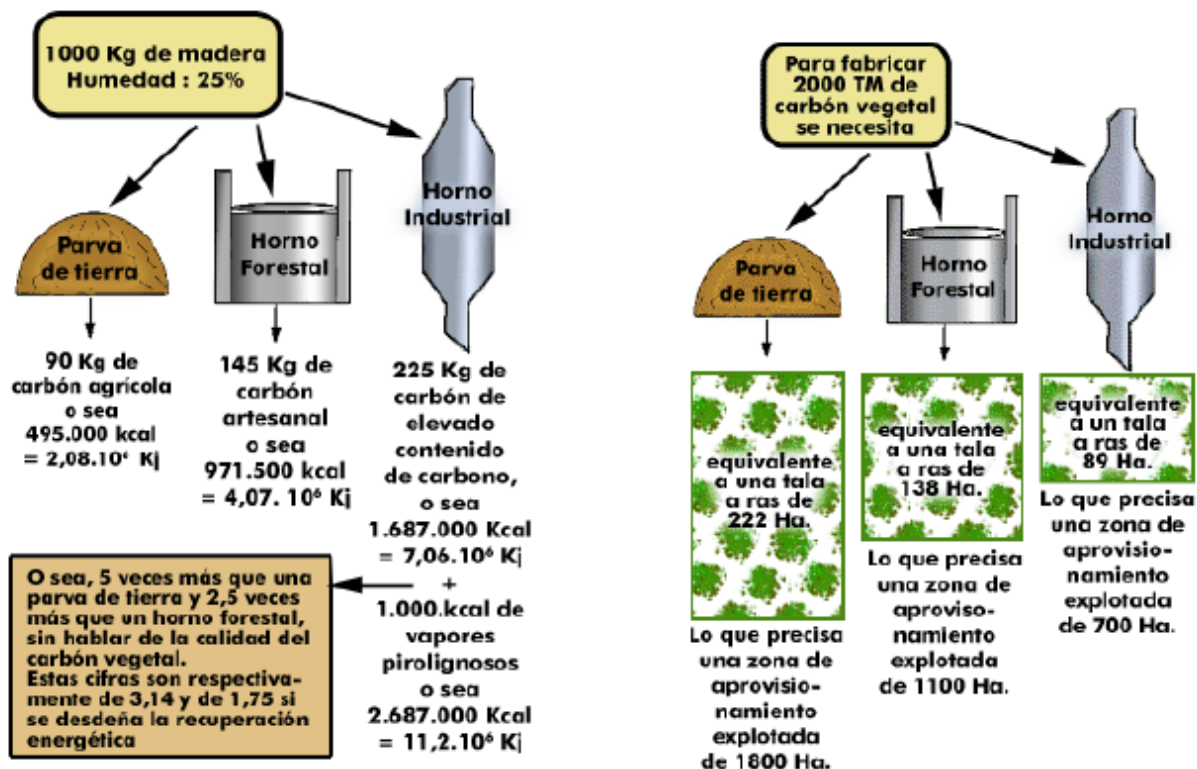
Esquema 3: Gas de síntesis.

3. Carbonización

Rompimiento térmico de los macro-polímeros de la madera a moléculas más pequeñas, constituyentes del carbón vegetal, productos gaseosos y un líquido condensable (alquitrán), compuesto por una serie de productos químicos.

La carbonización es la descomposición de la materia en ausencia de aire y con temperaturas de hasta 500°C.

Se presenta a continuación un esquema con diferentes hornos para carbonización, presentando la cantidad necesaria de madera para producir una determinada energía y, además, se presenta el área de bosque necesaria para producir cierta cantidad de carbón:



Esquema 4: Carbonización

Transformaciones fisicoquímicas

1. Biocombustibles

Los biocombustibles son cualquier combustible que derive de organismos recientemente vivos o de sus desechos metabólicos, que pueden sustituir parte del consumo de combustibles fósiles tradicionales.

- Biodiesel sustituye al Diesel
- Biogás sustituye al Gas
- Bioetanol sustituye a las gasolinas

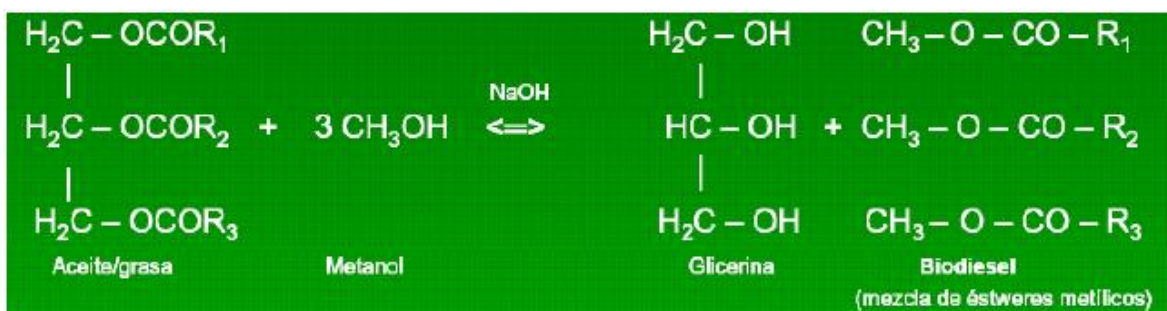
La gran ventaja de los biocombustibles es que la cantidad de CO₂ que se libera en el proceso de combustión es la misma que se absorbe en el proceso de fotosíntesis.

1.1. Biodiesel

Es un combustible líquido que se obtiene por conversión química entre un **alcohol y aceites vegetales o grasas animales y es usado en motores Diesel**, sólo o mezclado con **gasoil**.

Los aceites vegetales pueden obtenerse a partir de: colza, soja, y girasol, maní, palma, lino y otros (ricino, cártamo, jatropha) y aceites comestibles usados o grasas animales, microalgas.

El biodiesel se produce mediante una reacción de transesterificación de triglicéridos con metanol:



Esquema 5: Reacción de transesterificación.

El siguiente esquema muestra todo el proceso desde el vegetal hasta el biodiesel:



Esquema 6: Ciclo del biodiesel.

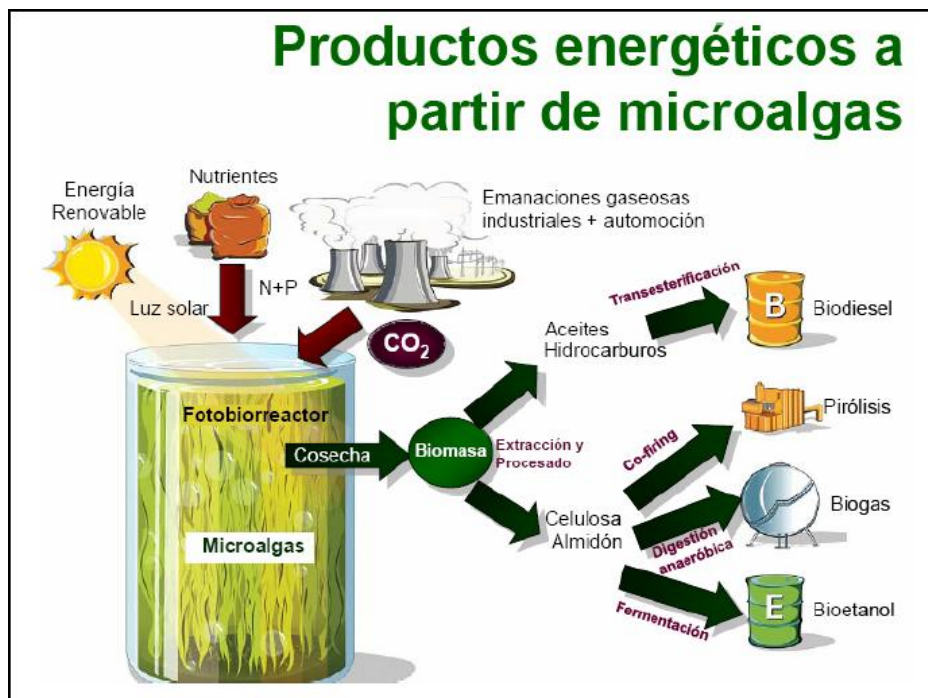
El biodiesel se clasifica B+Número, ejemplo: B20. El número indica el porcentaje de biodiesel mezclado con diesel de petróleo. Se mezcla para suplir las desventajas que tiene el Biodiesel por sí solo, las cuales se presentan en los siguientes cuadros de ventajas y desventajas.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Combustible renovable • No es tóxico, produce menos emisiones contaminantes (no produce Dióxido de azufre (SO₂)) • Punto de inflamación más alto • Miscible con gasoil (Mezclas en distintas proporciones) • Posee cualidades lubricantes • No requiere modificar los motores diesel convencionales | <ul style="list-style-type: none"> • Menor P.C. por lo que baja el rendimiento y potencia del motor • Leve aumento en la emisión de óxidos de nitrógeno (NO₂) • Se congela 2 a 3 grados sobre el gasoil (climas fríos) • Posee baja estabilidad hidrolítica y oxidativa (almacenamiento no debe exceder los seis meses) • Su poder solvente puede ocasionar problemas con elementos de caucho y cuando es cargado en depósitos sucios. |

Cuadro 1: Ventajas y desventajas del biodiesel.

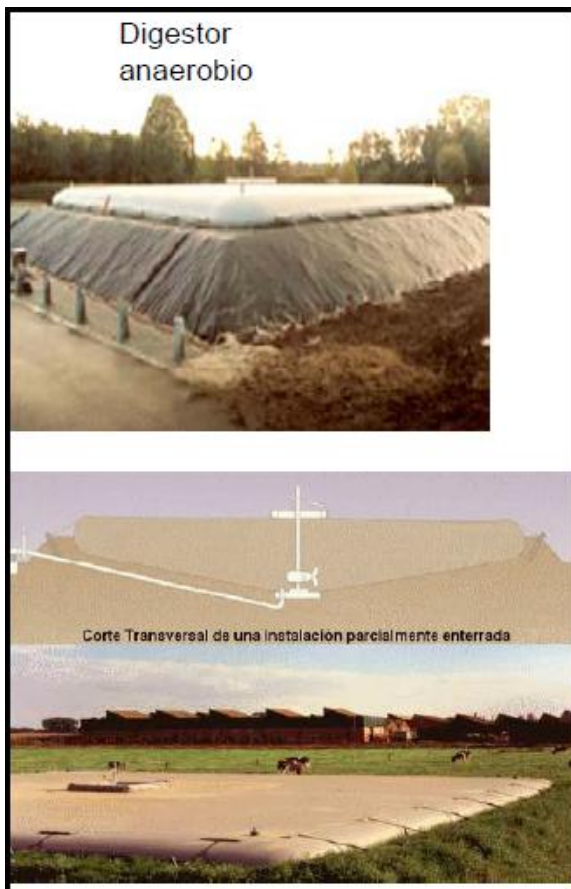
En Chile hay proyectos para la producción de biodiesel a partir de la Jatropha, ya que este vegetal se adapta a las condiciones del medio ambiente y no estorba al resto de la flora. Se pretende cultivar jatropha en el desierto, para así no reemplazar cultivos destinados a la alimentación.

Una alternativa para la producción de biocombustibles son las microalgas, las cuales en condiciones favorables pueden llegar a 40-60% de aceite en su composición.



Esquema 7: Biocombustibles a partir de microalgas.

Transformaciones bioquímicas



1. Biogás

El biogás es una mezcla gaseosa que se produce como resultado de la descomposición anaeróbica (sin aire) de los residuos orgánicos, debido a la actividad de diferentes grupos bacterianos.

Se extrae biogás desde rellenos sanitarios, desde plantas de tratamiento de aguas sanitarias, residuos silvoagropecuarios.

El biogás como sustituto del gas obtenido a partir del petróleo, se utiliza para producir energía eléctrica, calefacción y combustibles principalmente.

Mediante un proceso de purificación, el biogás puede ser convertido a gas natural sintético.

2. Bioetanol

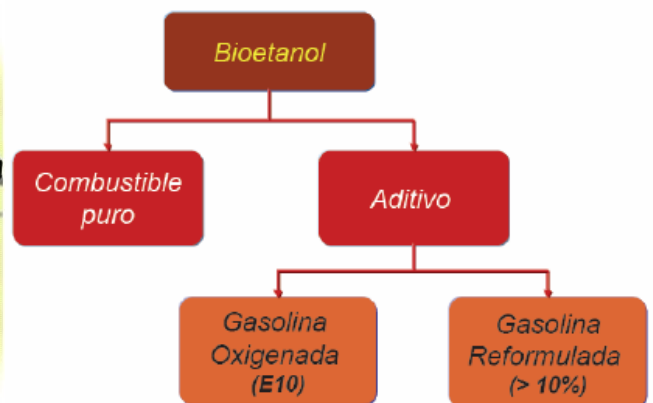
El **alcohol etílico** es obtenido por fermentación (bacterias degradan el material)

anaeróbica (sin aire) a partir de azúcares provenientes de la caña de azúcar, almidones o celulosa.

La fermentación es un proceso biotecnológico aplicado a nivel artesanal e industrial que emplea cepas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* entre otros microorganismos.

Usos del Bioetanol

Todos los autos que se fabrican actualmente son compatibles con una mezcla E10, que contiene 10 % de etanol. Existen en el mercado los autos flexibles que pueden utilizar gasolina o etanol.



Conclusiones

- Las dos principales tecnologías actualmente usadas para convertir biomasa en Energía son termoquímicas y bioquímicas.
- La selección de una tecnología de conversión de biomasa depende de la forma en la que se requiere la energía.
- Pirolisis, fermentación y extracción mecánica (trans-esterificación) producen combustibles líquidos disponibles para vehículos de transporte.
- Otros procesos de conversión producen energía que es mejor usar en el lugar de producción (vapor caliente y/o un gas).
- Aceites y combustibles líquidos derivados de pirolisis (como diesel) son apropiados sólo para motores diesel.
- Combustibles líquidos basados en alcoholes y gases combustibles son apropiados para uso en motores de combustión interna.
- Combustibles líquidos basados en alcoholes producidos por fermentación son aún muy costosos para uso en motores de combustión interna.
- Sólo gas de gasificación/pirolisis es actualmente costo-efectivo para uso en motores de combustión interna.