

La biomasa como fuente de energía renovable

Dr. Francisco Jarabo

Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica
Universidad de La Laguna

LA FORMACIÓN DE LA BIOMASA

Energía de la biomasa: energía solar almacenada en forma de energía química

Materia orgánica o materia viva

Fotosíntesis: transformación de productos minerales en materia orgánica con ayuda de la energía solar (rendimiento $\approx 1\%$)

Potencial **cinco** veces el eólico pero limitado por:

- Dispersión
- Difícil recolección
- Dificultades de transporte

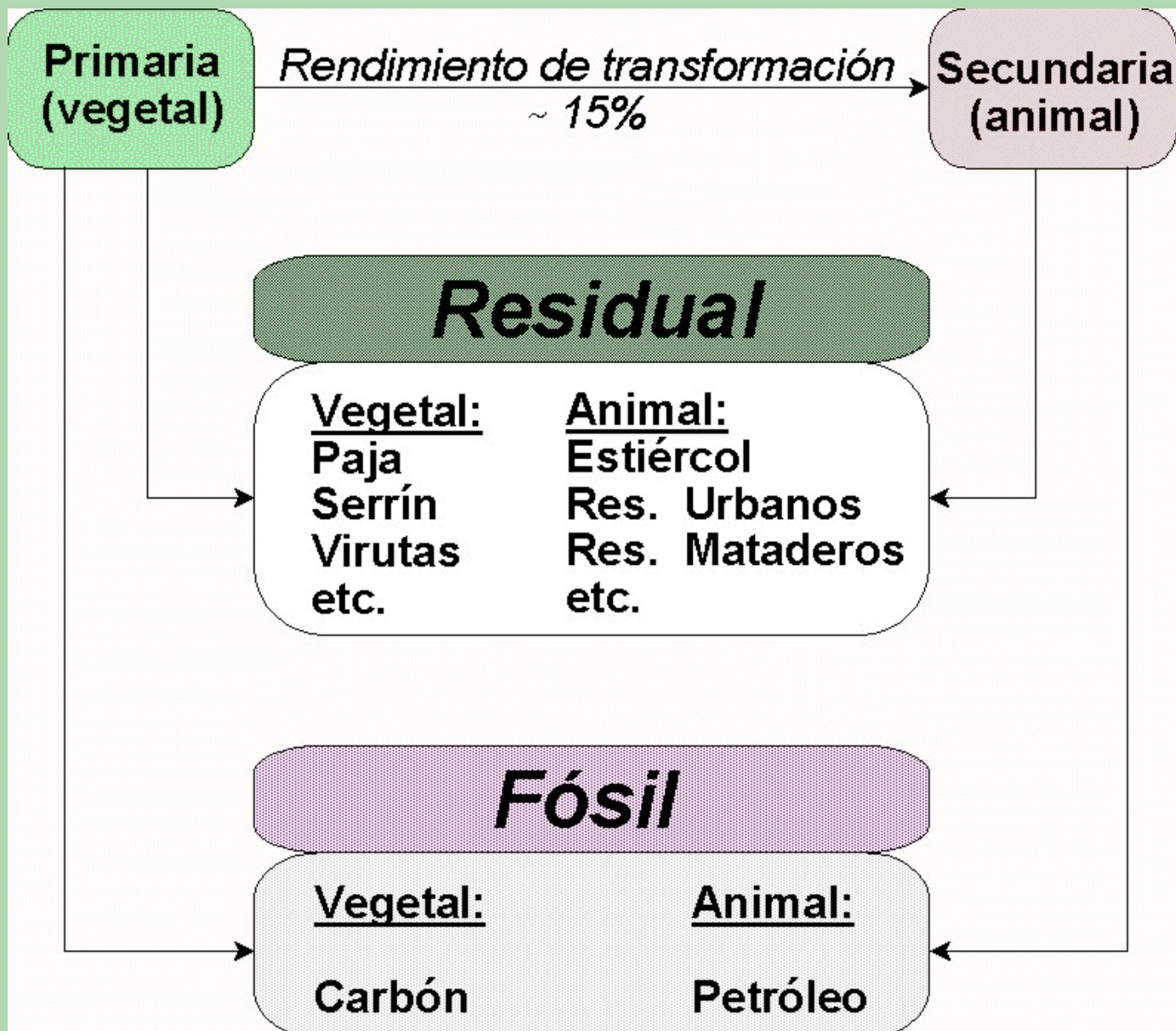
FUENTES DE BIOMASA PARA FINES ENERGÉTICOS

Biomasa: conjunto de materiales orgánicos generados a partir de la fotosíntesis o bien producidos en la cadena biológica

Tipos:

- Biomasa vegetal
- Biomasa animal
- Biomasa residual (vegetal, animal)
- Biomasa fósil (carbón, petróleo)

La biomasa como fuente de energía renovable



Obtención de energía útil:

- Utilizar como fuente de biomasa los **residuos** (perspectivas inmediatas de aprovechamiento)
- Utilizar como fuente de biomasa los llamados "**cultivos energéticos**" plantaciones destinadas exclusivamente a producir energía (importancia significativa sólo a medio o largo plazo)

Tipos de residuos

- Residuos agrarios
 - Residuos agrícolas: fracción de las plantas cultivadas que es preciso separar para obtener el fruto o para facilitar el cultivo (pajas de cereales, residuos de poda de frutales y viñedo y tallos de cultivos textiles y de oleaginosas)
 - Residuos forestales: materiales que se originan en la elaboración de madera o en la limpieza de los montes (ramas, cortezas, virutas, serrín, hojas, tocones y raíces)
 - Residuos ganaderos: deyecciones de los animales estabulados en las explotaciones ganaderas

- Residuos industriales: industrias alimentarias

La biomasa como fuente de energía renovable

- Residuos urbanos
 - Residuos sólidos urbanos: materiales generados en los procesos de consumo humano que son destinados al abandono; es la biomasa residual más aprovechable ya que está concentrada, es imprescindible su recogida y es necesario su transporte



La biomasa como fuente de energía renovable

- Residuos urbanos

- Aguas residuales urbanas: líquidos procedentes de la actividad humana, cuya fracción sólida contiene una apreciable cantidad de biomasa residual; su depuración genera fangos de alta carga contaminante, que hay que reducir



Cultivos energéticos: cosechas que se desarrollan atendiendo al valor que poseen como fuente de energía. Esta faceta agrícola se conoce como "Agroenergética"

- Cultivos tradicionales

- Cereales
- Caña de azúcar
- Remolacha
- Mandioca
- Plantaciones forestales



La biomasa como fuente de energía renovable

- Cultivos poco frecuentes
 - Cardos
 - Pataca
 - Chumberas
 - Ágaves
 - Helechos



La biomasa como fuente de energía renovable

- Cultivos acuáticos
 - Algas convencionales y unicelulares
 - Jacinto de agua



La biomasa como fuente de energía renovable

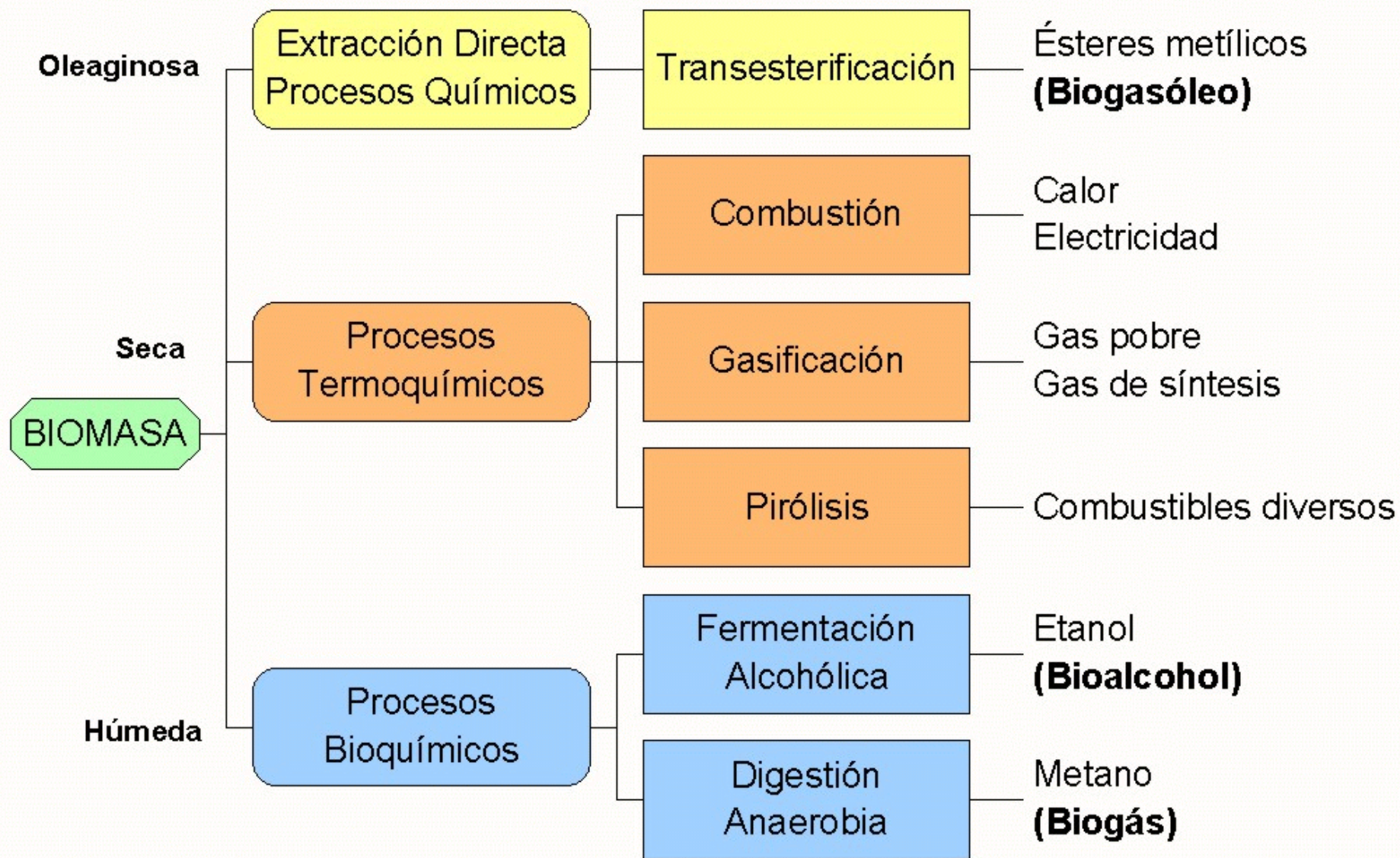
- Cultivos de plantas productoras de combustibles líquidos
 - Palmeras
 - Euforbias
 - Ricino
 - Jojoba
 - Copaiba
 - Membrillo negro



PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA BIOMASA EN ENERGÍA

- Ventajas de los combustibles obtenidos:
 - Presentan escaso contenido en azufre
 - No forman escorias en su combustión
 - Tienen bajo contenido en cenizas
 - Contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente
- Tipos de procesos:
 - Extracción directa
 - Procesos termoquímicos: aplicación de elevadas temperaturas con proporciones diversas de oxígeno o en ausencia del mismo; los materiales más idóneos son los de bajo contenido en humedad
 - Procesos bioquímicos: transcurren con ayuda de microorganismos que degradan las moléculas complejas a compuestos; se utilizan para biomasa de alto contenido en humedad

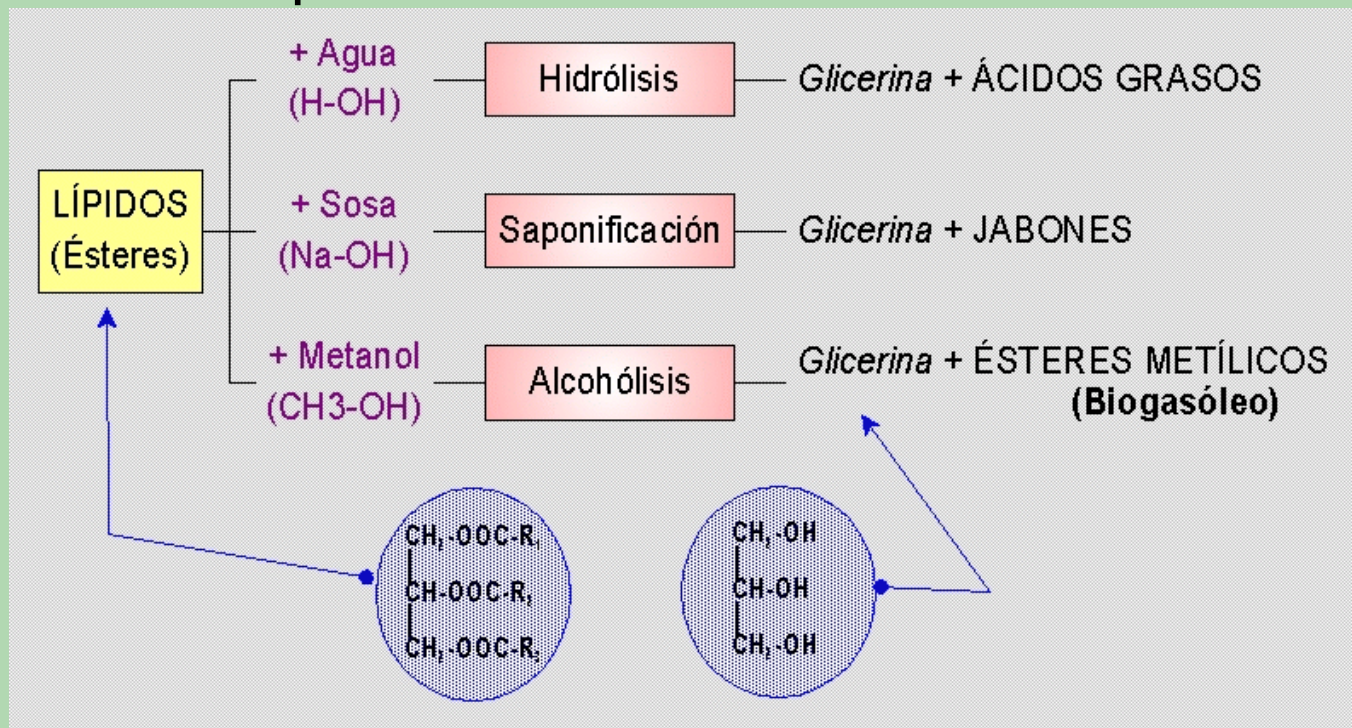
La biomasa como fuente de energía renovable



EXTRACCIÓN DIRECTA Y PROCESOS QUÍMICOS

Numerosas especies vegetales producen en su metabolismo hidrocarburos o compuestos afines, de elevado poder calorífico:
Semillas de plantas oleaginosas; aceites (lípidos o triglicéridos)

Reacciones de los lípidos:



COMBUSTIÓN

La combustión directa u oxidación completa para dar dióxido de carbono, agua, cenizas y calor (único componente energético útil del proceso), es el sistema más elemental para la recuperación energética de la biomasa.

- Factores más importantes:
 - Exceso de oxígeno: 20 - 40% superior al teórico
 - Temperatura de combustión: 600 - 1.300 °C
 - Características del combustible:
 - Físicas: densidad, tamaño y humedad (la menor posible)
 - Químicas: bajo contenido en azufre
 - Térmicas: dependen de las físicas y las químicas

La biomasa como fuente de energía renovable

- Elementos de los sistemas de combustión:
 - Horno
 - Equipo de recuperación de calor (caldera)
 - Sistema de utilización de la energía (conducción de vapor, turbogenerador)

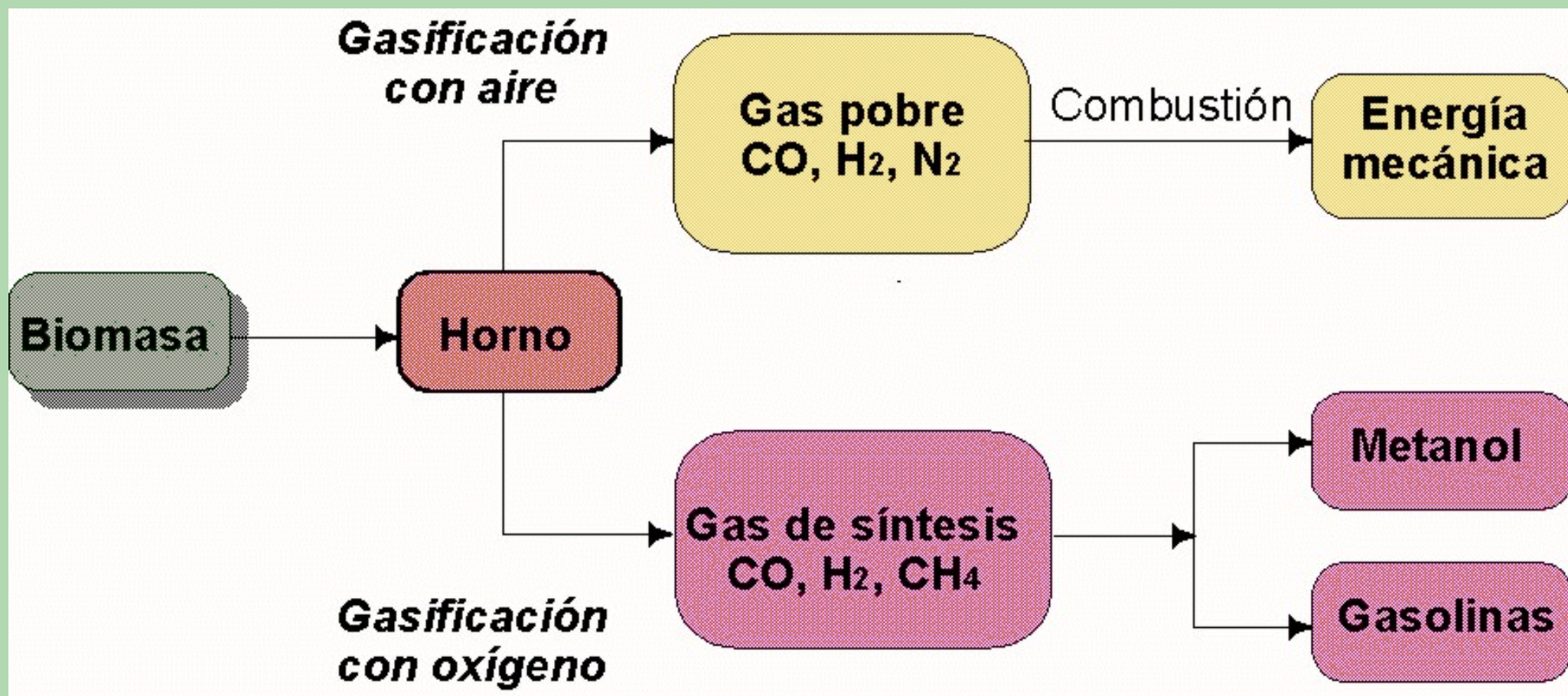


GASIFICACIÓN

Procesos de combustión en condiciones de defecto de oxígeno, con producción de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno y metano, en proporciones diversas según la composición de la materia prima y las condiciones del proceso. La temperatura de operación oscila entre 700 y 1.500 °C y el oxígeno se limita entre un 10 y un 50% del teóricamente necesario para una combustión completa

- Dos variantes principales (según la cantidad de oxígeno):
 - Gasificación con aire: obtención de "gas de gasógeno" o "gas pobre" utilizado como combustible para obtener vapor y electricidad
 - Gasificación con oxígeno y vapor de agua: obtención de "gas de síntesis", transformable en combustibles líquidos (metanol y gasolinas)

La biomasa como fuente de energía renovable



PIRÓLISIS

Descomposición de la biomasa por la acción del calor (a unos 450 °C) en ausencia de oxígeno; la naturaleza y la composición de los productos finales dependen de las propiedades de la biomasa tratada, de la temperatura y presión de operación y de los tiempos de permanencia de material en la unidad de pirólisis

- Grupos de productos:
 - Gases compuestos por hidrógeno, óxidos de carbono e hidrocarburos
 - Líquidos hidrocarbonados
 - Residuos sólidos carbonosos

La biomasa como fuente de energía renovable



FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

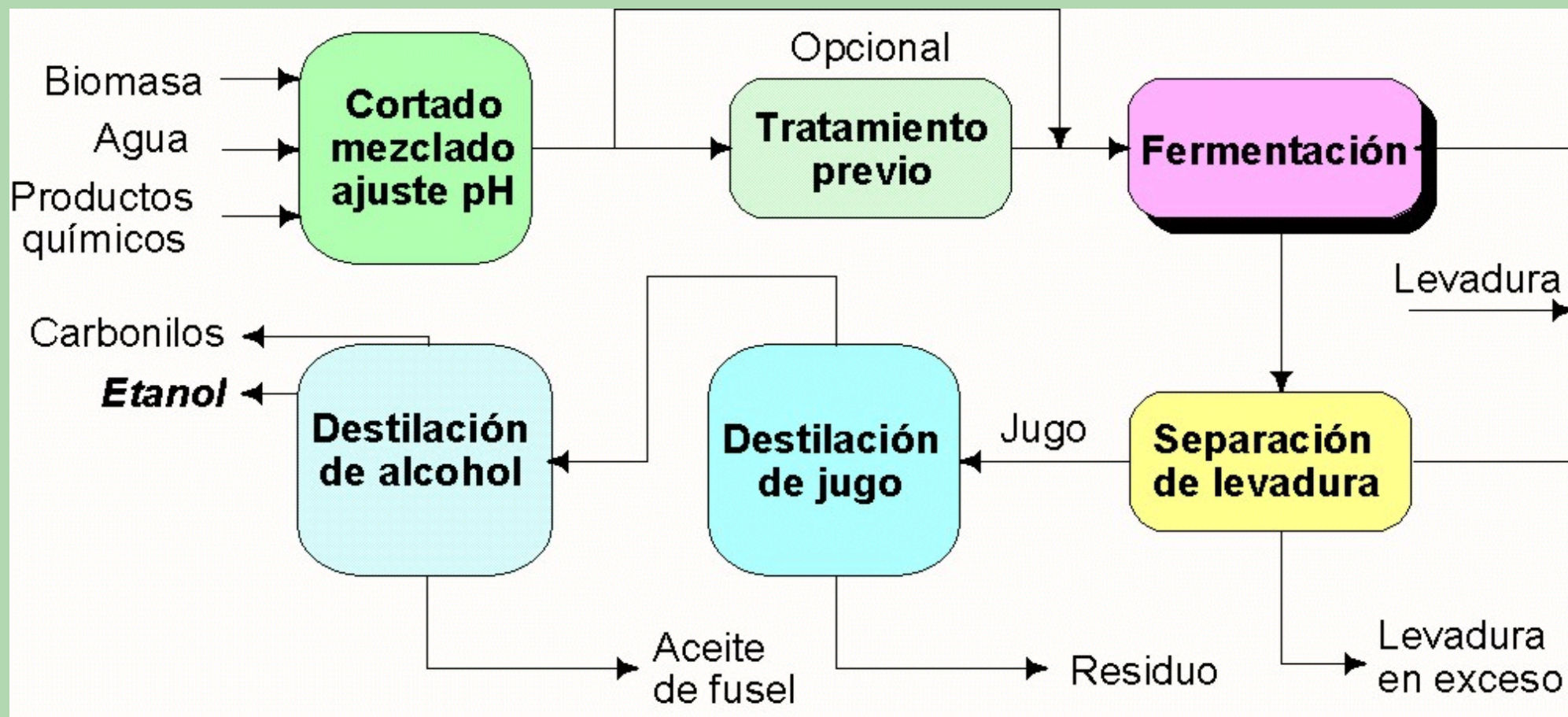
Obtención de alcohol por fermentación de los hidratos de carbono simples (azúcares) o complejos (almidón o celulosa) productos del almacenamiento en las plantas de la energía solar captada

- Etapas de la fermentación según la biomasa de partida:
 - Pretratamiento de la biomasa: transformación de la materia prima para favorecer la fermentación por medio de trituración, molienda o pulverización
 - Hidrólisis: transformación, en medio acuoso, de las moléculas complejas en azúcares sencillos por medio de enzimas (hidrólisis enzimática) o mediante el uso de reactivos químicos (hidrólisis química)

- Etapas de la fermentación según la biomasa de partida:
 - Fermentación alcohólica: conversión de los azúcares en etanol por la acción de microorganismos (levaduras) durante 2 a 3 días bajo condiciones controladas:
 - Temperatura: 27 - 32 °C
 - Acidez: pH entre 4 y 5
 - Concentración de azúcares: inferior al 22%
 - Concentración final de etanol: inferior al 14%
 - Separación y purificación del etanol: destilación de la masa fermentada para obtener etanol comercial del 96% o destilación adicional con un disolvente (benceno) para obtener etanol absoluto (99,5%)

- Propiedades combustibles del etanol comparadas con la gasolina:
 - Poder calorífico menor: menor potencia y mayor consumo
 - Calidad antidetonante mayor (mayor índice de octano): mayor aceleración y velocidad punta
 - Calor de vaporización mayor: dificultades en el arranque pero mayor rendimiento
 - Punto de ebullición constante: problemas de arranque
- Modificaciones de un motor de gasolina para trabajar con etanol:
 - Aumento de la relación de compresión
 - Recalibrado del carburador
 - Calentamiento del aire de entrada al carburador
 - Modificación del sistema de encendido
 - Uso de bujías especiales

La biomasa como fuente de energía renovable



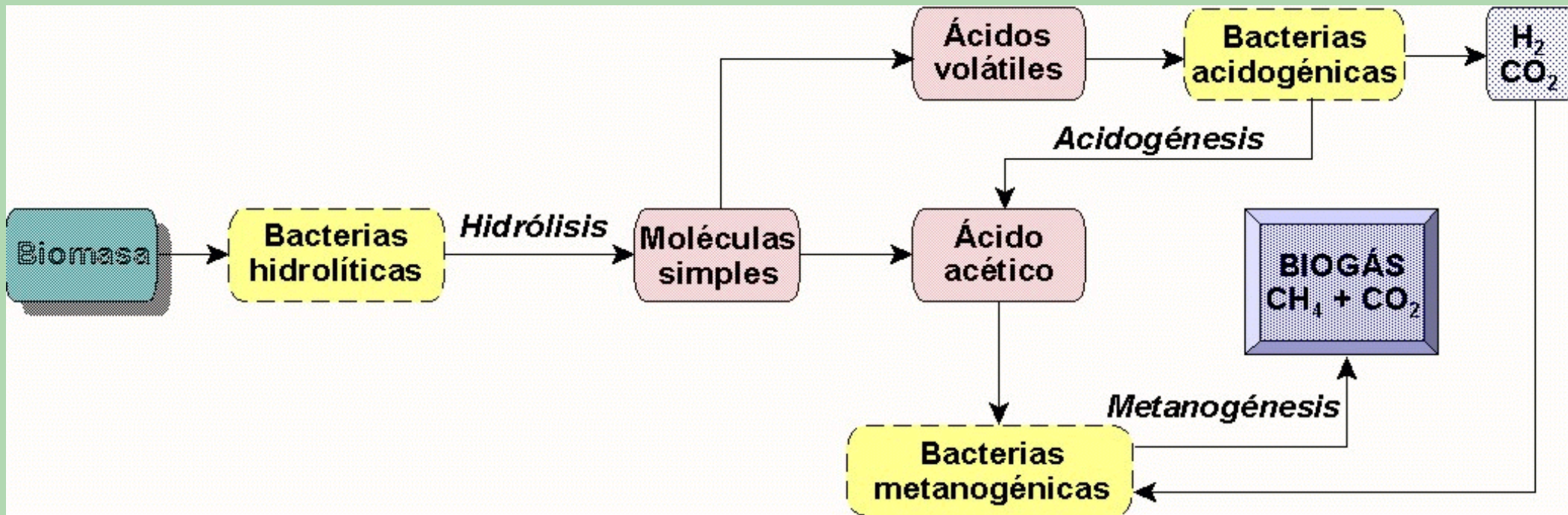
DIGESTIÓN ANAEROBIA

Fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los componentes difíciles de degradar y los minerales presentes en la biomasa. La materia prima preferentemente utilizada es la biomasa residual con alto contenido en humedad, especialmente los residuos ganaderos y los lodos de depuradora de aguas residuales urbanas

- Variables que afectan al proceso:
 - Temperatura: se encuentra un óptimo de funcionamiento alrededor de los 35 °C
 - Acidez: determina la cantidad y el porcentaje de metano en el biogás habiéndose encontrado que el valor óptimo de pH oscila entre 6,6 y 7,6
 - Contenido en sólidos: se suele operar en mejores condiciones con menos de un 10% en sólidos, lo que hace de la biomasa de alto contenido en humedad la más adecuada
 - Nutrientes: para el crecimiento y la actividad de las bacterias, éstas tienen que disponer de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y algunas sales minerales
 - Tóxicos: aparte del oxígeno, inhiben la digestión concentraciones elevadas de amoníaco, sales minerales y algunas sustancias orgánicas como detergentes y pesticidas

- Características de los recipientes de digestión (digestores):
 - Tamaño: determinado por tres variables interdependientes:
 - Concentración de sólidos degradables
 - Velocidad de alimentación de sólidos
 - Tiempo de permanencia de los sólidos en el digestor
 - Tipo: existen diversos tipos de digestores
- Aplicaciones del biogás:
 - Fuente de calor (cocina, alumbrado)
 - Combustión en calderas de vapor para calefacción
 - Combustible de motores acoplados a generadores eléctricos
- Aplicaciones del lodo:
 - Fertilización de suelos

La biomasa como fuente de energía renovable





Real Sociedad Económica
de Amigos del País
de Tenerife

CURSO 2007-2008

2º CUATRIMESTRE

SEMINARIO

**PLANETA TIERRA:
CIENCIAS DE LA
TIERRA PARA LA
SOCIEDAD**



15ª SESIÓN CIENTÍFICA
CONFERENCIA BASE

**LA BIOMASA COMO FUENTE
DE ENERGÍA RENOVABLE**

DR. FRANCISCO JARABO FRIEDRICH
PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA
FARMACÉUTICA DE LA UNIVERSIDAD
DE LA LAGUNA

3 DE MARZO DE 2008 A LAS 19:30 HORAS
SALÓN DE ACTOS
DEL CONSEJO CONSULTIVO DE CANARIAS
C/ SAN AGUSTÍN, 16 – LA LAGUNA

Con la colaboración de



Real Sociedad Económica
de Amigos del País
de Tenerife

CURSO 2007-2008

2º CUATRIMESTRE

SEMINARIO

**PLANETA TIERRA:
CIENCIAS DE LA
TIERRA PARA LA
SOCIEDAD**



15ª SESIÓN CIENTÍFICA
CONFERENCIA BASE

**LA BIOMASA COMO FUENTE
DE ENERGÍA RENOVABLE**

DR. FRANCISCO JARABO FRIEDRICH
PROFESOR TITULAR DEL DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA
FARMACÉUTICA DE LA UNIVERSIDAD
DE LA LAGUNA

3 DE MARZO DE 2008 A LAS 19:30 HORAS
SALÓN DE ACTOS
DEL CONSEJO CONSULTIVO DE CANARIAS
C/ SAN AGUSTÍN, 16 – LA LAGUNA

Con la colaboración de

