

¿Podemos vivir sin petróleo?

Los biocombustibles

Realizado por:

Carmen Hernández y Carmen Rodríguez

2º de Educación Secundaria Obligatoria



Índice

1.- Resumen.....	4
2.- Abstract.....	5
3.- Introducción.....	6
4.- ¿Qué son los biocombustibles?	7
5.- ¿Cómo se obtienen los biocombustibles?	8
5.1.- Biodigestores	9
6.- Tipos de biocombustibles.....	11
7.- Los biocombustibles más importantes	15
8.- Experimento	19
9.- Visita y entrevista	22
10.- Conclusión	25

1.- Resumen

Nos encontramos ante un período de cambio global. Año tras año aumentan las evidencias científicas que demuestran el aumento de las temperaturas medias en todo el planeta. Multitud de especies animales y vegetales están desapareciendo debido a este calentamiento global, algo que nos terminará pasando factura en un futuro cada vez más cercano. En la actualidad, la sociedad está bastante concienciada sobre este problema y, poco a poco, se toman medidas cada vez más adecuadas, aunque insuficientes, para frenar el calentamiento global. Una de estas medidas es el reemplazamiento de los combustibles fósiles por fuentes renovables para la obtención de energía, siendo la biomasa una de ellas, aunque quizás la más desconocida. El objetivo de esta investigación es dar a conocer a los biocombustibles, así como su origen, procesado y diferentes tipos. De forma adicional, se propone la realización de un experimento para la obtención de biocombustibles a pequeña escala. Por último, también se incluye una breve entrevista al jefe de producción de una planta química destinada a la obtención de biocombustibles.

2.- Abstract

We are facing a period of global change. In the last decades, the number of scientific evidences for the raising in the average temperature all around the world has increased. A multitude of animal and plant species has extinguished as a consequence of this global warming, which will pay us back in the increasingly near future. Nowadays, human society is quite aware of this issue and adequate measures have been taken in order to stop the global warming, although they are not enough. One of these measures is replacing fossil fuels with renewable sources of energy, being biomass the great unknown among the latter. The main goal of this research is to provide the readers with information about biofuels, their origin, their process and their types. Furthermore, we propose the realization of an experiment to get biofuels at a small scale. In addition, it is also included a brief interview with the production manager of a chemical plant dedicated to obtaining biofuels.

3.- Introducción

El ser humano, como todo ser vivo, depende de su entorno para obtener energía. Antes del desarrollo industrial, el hombre utilizaba los animales, las plantas, y la fuerza del viento y del agua para conseguir la energía necesaria para sus funciones vitales, como la producción de calor, luz y transporte. Más tarde, con el desarrollo industrial, empezó a utilizar fuentes de energía almacenada en recursos fósiles. Primero fue el carbón y posteriormente el petróleo y el gas natural. Hoy en día, los combustibles fósiles (como el petróleo y el carbón) y la energía nuclear generan anualmente alrededor del 90% de la energía mundial. Sin embargo, las reservas de combustible son limitadas y contaminantes.

Desde mediados del siglo XX, comenzó a crecer la preocupación por el agotamiento de las reservas de petróleo y el deterioro ambiental debido al crecimiento de la población, el aumento de la producción industrial y el uso masivo de la tecnología. Esto impulsó el desarrollo de nuevas energías basadas en recursos naturales y menos contaminantes, como la luz solar, el agua y la bioenergía procedente de los biocombustibles.



Figura 1: Infografía sobre los tipos de energía según su origen.

4.- ¿Qué son los biocombustibles?

A diferencia de los combustibles fósiles que provienen de la energía almacenada durante largos periodos de tiempo en los restos fósiles, los biocombustibles proceden de la biomasa, es decir, de la materia orgánica de la que están formados todos los seres vivos del planeta. La biomasa es una fuente de energía renovable, ya que su producción es mucho más rápida que la formación de los combustibles fósiles.

En función del estado físico de la biomasa, se pueden obtener tres tipos de biocombustibles:

- Biocombustibles sólidos: paja, leña sin procesar, carbón vegetal.
- Biocombustibles líquidos: alcoholes, aceites vegetales y ésteres derivados, biohidrocarburos.
- Biocombustibles gaseosos: gas de gasógeno, biogás, hidrógeno.

En la actualidad, obtenemos energía en forma de biomasa principalmente a partir de la producción vegetal de determinados cultivos, entre ellos se pueden encontrar: los cultivos de alto contenido en carbohidratos (caña de azúcar, maíz, mandioca), los cultivos oleaginosos (soja, girasol, palmas) o los cultivos forestales (eucalipto, pinos). Así, por ejemplo, se puede obtener bioetanol a partir de la biomasa de cultivos de caña de azúcar o remolacha. Este bioetanol, en conjunción con metanol y gasolina, está siendo utilizado como biocombustible para muchos vehículos de hoy en día.

Además, algunos países como La India o China producen biocombustibles a partir de los procesos fermentativos de desechos orgánicos, como puede ser los excrementos de animales o los residuos vegetales.

5.- ¿Cómo se obtienen los biocombustibles?

Se están aplicando numerosas metodologías diferentes para obtener biocombustibles en función del tipo de combustible que se quiera conseguir y las características de la biomasa. Los métodos más comunes son:

- Los procesos mecánicos, como el astillado, la trituración o la compactación.
- Los procesos termoquímicos, como la combustión, la pirólisis o la gasificación.
- Los procesos biotecnológicos, como los bacterianos o los enzimáticos.
- Los procesos extractivos.

De esta forma, si la biomasa disponible se trata de un material seco, podría aplicársele el método de la combustión para producir gases que generen energía eléctrica. Si, por el contrario, la biomasa disponible presenta un alto contenido en agua, se le puede someter a diversos procesos de digestión bacteriana para producir metano y otros gases o diversos alcoholes, o de forma alternativa se le puede someter a un proceso de reducción química para obtener hidrocarburos.

En la actualidad, las metodologías más frecuentemente utilizadas son aquellas que generan biogás, como los procesos termoquímicos o los biotecnológicos, en el interior de los denominados biodigestores, a los que se va a dedicar el siguiente apartado de este trabajo.

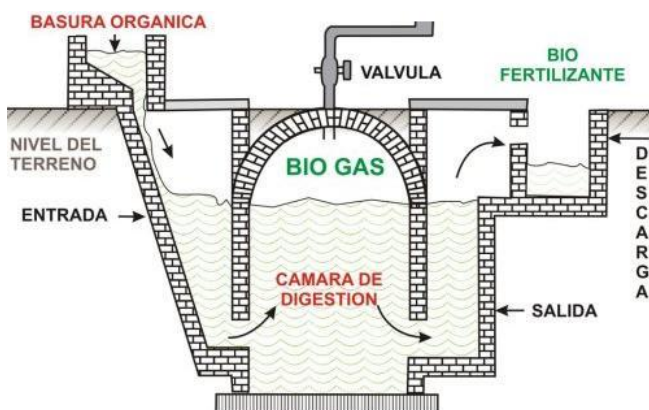


Figura 2: Ilustración del procedimiento para la obtención de biogás a través de la digestión anaeróbica bacteriana en el interior de un biodigestor.

5.1.- Biodigestores

Un digestor biológico o biodigestor es un contenedor cerrado, impermeable y hermético donde se deposita materia orgánica, como desechos vegetales o residuos animales, para la producción de biogás. En los biodigestores, la materia orgánica es diluida en agua y degradada mediante un proceso de fermentación anaeróbica. Este proceso tiene lugar debido a la existencia de microorganismos bacterianos anaeróbicos que se encuentra en el material fecal depositado en el biodigestor. El producto de esta reacción química es el biogás (gas metano), y el subproducto es un líquido denominado biol, que puede ser usado como fertilizante debido a su riqueza en nitrógeno, fósforo y potasio. Este tipo de tecnología tiene un gran potencial para el cuidado del ambiente ya que disminuye la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas y además se produce una fuente de energía relativamente limpia.

Se pueden diferenciar dos tipos de biodigestores:

- I) Biodigestores de flujo continuo: la carga del material a fermentar se hace al inicio del proceso y la descarga del producto se hace al finalizar el proceso. En consecuencia, estos biodigestores requieren de una importante mano de obra, de gran espacio para almacenar la materia prima, siempre que ésta se produzca continuamente, y de un depósito de gas para almacenarlo. Se utilizan para el tratamiento de aguas residuales
- II) Biodigestores de flujo semicontinuo: la carga del material a fermentar y la descarga del producto se realiza de manera continua o por pequeños baches (por ejemplo, una vez al día o cada doce horas) durante el proceso, que se extiende indefinidamente a través del tiempo. En general, requieren de una menor mano de obra en comparación con el anterior tipo, pero necesitan una mayor mecanización y de un depósito de gas. Se utilizan para purificar el

agua contaminada por diferentes causas. Existen tres clases de biodigestores de flujo semicontinuo: de cúpula fija (chino), de cúpula flotante (hindú) y tubular.

6.- Tipos de biocombustibles

a) Biocombustibles de primera generación.

Se obtienen a partir de la biomasa procedente de cultivos que pueden destinarse al consumo humano o del ganado, lo que genera una fuerte polémica en relación con la escasa equitatividad en la distribución mundial de los alimentos. Las principales fuentes de biocombustibles de primera generación son el almidón, el azúcar y los aceites vegetales obtenidos mayoritariamente a partir de la producción de maíz, caña de azúcar y soja. Las grasas animales también se consideran biocombustibles de primera generación. Como todo, este tipo de biocombustibles tienen una parte positiva y otra negativa.

Ventajas

- Son fáciles de conseguir, ya que se encuentran en prácticamente todo el mundo.
- La tecnología necesaria para su transformación es bastante sencilla.

Inconvenientes

- Se utiliza superficie cultivable, que deja de destinarse a la alimentación. Emerge así un conflicto ético-moral: ¿cosechas para alimento o para combustibles?
- Requieren grandes cantidades de agua y fertilizantes.
- Se destruyen bosques y selvas para poder cultivar, lo que disminuye la biodiversidad regional.

b) Biocombustibles de segunda generación.

Se conocen también como biocombustibles avanzados. La diferencia de este tipo de biocombustibles con respecto a los de primera generación es que se obtienen a partir de la biomasa que procede de cultivos que no se destinan al consumo humano o del ganado, ya sea de forma íntegra o sólo parte de la producción, esquivando así el mencionado conflicto moral. Generalmente, estos cultivos se localizan en áreas marginales poco productivas de zonas agrícolas y requieren menor cantidad de agua o fertilizantes para su desarrollo. Las fuentes principales de biocombustibles de segunda generación presentan grandes cantidades de lignina y celulosa, por lo que con frecuencia necesitan tratamientos químicos previos a su procesado definitivo. De nuevo, estos biocombustibles también tienen ventajas y desventajas.

Ventajas

- Son más eficientes y más respetuosos con el medio ambiente que los biocombustibles de primera generación.
- Aunque se requieran también grandes extensiones de cultivo, en una misma cosecha se pueden intercalar, por ejemplo, el grano para la alimentación, y los residuos (tallos, hojas...) para la producción de biocombustible.
- Se pueden aprovechar otras especies no destinadas a producción de alimentos.

Desventajas

- Requieren una tecnología más compleja para su obtención, lo que en muchos casos aumenta el coste hasta hacerlos más caros que los combustibles fósiles.

c) Biocombustibles de tercera generación

Se les conoce también como oleoalgal, oilgae o algaeoleum debido a que son biocombustibles obtenidos a partir de la producción de biomasa de microalgas. Estas microalgas no son usadas para la alimentación, ni humana ni de ganado, por lo que de nuevo se evita la problemática moral que implica el uso de los biocombustibles de primera generación. En el pasado, estos biocombustibles obtenidos de las algas pertenecían al grupo de los de segunda generación, pero al descubrir los grandes rendimientos obtenidos a partir de menor cantidad de materia prima, se creó un grupo específico para ellos.

Estas microalgas presentan una gran capacidad de crecimiento y una rápida reproducción, lo que las hace albergar un enorme potencial energético. De hecho, estas microalgas producen un aceite que se refina fácilmente para la obtención de diésel y de algunos componentes de la gasolina. Además, gracias a la ingeniería genética se han conseguido mejorar sus características y rendimiento. Así, se han producido variedades de microalgas capaces de producir diferentes alcoholes, como etanol o butanol, e incluso diésel puro.

El butanol es un biocombustible muy codiciado debido a su gran parecido con la gasolina. De hecho, tienen la misma densidad energética y mejor perfil de emisiones. Pero su producción era muy complicada hasta que se consiguió de forma efectiva por modificación genética de las algas. Actualmente, hay varias empresas que se dedican a su fabricación a escala comercial y se está convirtiendo en el biocombustible más popular, por encima del etanol, ya que no implica realizar cambios en el vehículo para su uso y no produce daños en el motor.

Por lo tanto, resumiendo, los pros y los contras de este tipo de biocombustibles son:

Ventajas

- El balance producción-eliminación de CO₂ neto es cero debido al proceso de fotosíntesis de las algas.
- Gran rendimiento por unidad de superficie.
- No tienen porqué ser producidas en terrenos destinados a la agricultura, se pueden producir incluso en laboratorios (en fotobiorreactores).
- En los laboratorios, el CO₂ y el agua residual del proceso son reutilizados como nutrientes para las algas.
- Pueden generar una gran diversidad de combustibles: gasolina, diésel, etanol, butanol, metanol, aceites vegetales, etc...

Desventajas

- Normalmente, la producción de algas necesita condiciones muy controladas de temperatura.
- Requieren la aplicación de fósforo como nutriente, el cual se está convirtiendo en un recurso escaso.
- Altos costes de producción.
- El empleo de ingeniería genética sigue siendo un obstáculo para parte de la población.

Independientemente del tipo de biocombustible al que nos refiramos, estos pretenden ser una alternativa sostenible a los combustibles fósiles convencionales. Por eso, se ha emprendido una evolución gradual hacia mejores productos, por ejemplo, se busca la reducción de la cantidad de materia prima necesaria para su producción, especialmente si es de procedencia agrícola, como caña de azúcar o semillas de palma. En este sentido, algunos expertos hablan ya de una cuarta generación de biocombustibles, cuya producción se basa en la actividad metabólica de bacterias modificadas genéticamente. Habrá que esperar para ahondar en las ventajas e inconvenientes de esta nueva generación de biocombustibles.

7.- Los biocombustibles más importantes.

a) Biodiésel.

Cuando Rudolf Diesel diseñó su prototipo de motor diésel cien años atrás, lo hizo funcionar con aceite de cacahuete. Él predijo que los motores diésel funcionarían a base de una variedad de aceites vegetales. Pero cuando el combustible diésel proveniente del petróleo irrumpió en el mercado, se convirtió en el combustible elegido debido a su bajo coste, su razonablemente buena eficiencia y su alta disponibilidad. A partir de la década de los 70 del pasado siglo, la escasez de combustible en los Estados Unidos generó un gran interés sobre las fuentes alternativas al petróleo para su obtención. En la actualidad, las crecientes preocupaciones sobre el proceso de calentamiento global están incrementando aún más el ímpetu por la obtención de biodiésel, como alternativa al diésel de petróleo.

Desde el punto de vista químico el biodiésel es un éster que puede producirse a partir de diferentes aceites vegetales, como los de soja, colza o girasol, y a partir de grasas animales.

b) Bioetanol.

Cuando Henry Ford diseñó su primer automóvil, él mismo promovió el empleo de etanol como combustible para los motores, fabricado a partir de fuentes renovables. Años más tarde, en la década de 1930, Ford y varios expertos en la materia consiguieron construir una planta de fermentación para fabricar etanol a partir de maíz, al que llamaron "gasohol". Pero en 1940, los bajos precios del petróleo llevaron al cierre de la planta de producción de etanol, y el gasohol fue reemplazado por el petróleo. En la actualidad, el reemplazo del petróleo por fuentes de energía renovables y más limpias vuelve a cobrar impulso, y el bioetanol se presenta como una alternativa atractiva.

Desde el punto de vista químico, el bioetanol es un alcohol y con frecuencia se fabrica siguiendo un procedimiento similar al de la cerveza, en el que los almidones son convertidos en azúcares y estos se transforman en etanol a través del proceso de fermentación llevado a cabo por levaduras del género *Saccharomyces*. Se produce principalmente a partir de caña de azúcar, ya que los azúcares que contienen son simples y fermentables directamente por las levaduras. Sin embargo, es una materia prima de alto coste económico. Además, los cultivos de maíz son también bastante utilizados para la obtención de maíz, pero requieren de un proceso de transformación previo, debido a que esta planta es rica en azúcares complejos que necesitan ser convertidos a azúcares simples. Este proceso se denomina sacarificación, e introduce un paso más en la producción, con el consecuente aumento en los costos. En los últimos años, se ha comenzado a obtener bioetanol a partir de desechos agrícolas, forestales, industriales o municipales, lo que contribuye al proceso de reciclaje global. Los principales países productores de bioetanol como combustible son Brasil, Estados Unidos y Canadá.

c) Biogás

Para la obtención de biogás se puede utilizar como materia prima los excrementos de los animales, los residuales de mataderos, destilerías y fábricas de levadura, la pulpa y la cáscara del café, así como la materia seca vegetal, entre otros.

El biogás que se desprende de los tanques o digestores es rico en metano que puede ser empleado para generar energía eléctrica o mecánica mediante su combustión, sea en plantas industriales o para uso doméstico.

d) Otros

Existen también otros tipos de biocombustibles utilizados frecuentemente para los vehículos. Son los siguientes:

- E5: Se origina mediante la mezcla de 5% de bioetanol y el 95% de gasolina. Ésta es la mezcla habitual y la máxima autorizada en la actualidad por la regulación europea, ya que diferentes estudios constatan que los vehículos actuales toleran sin problemas mezclas hasta el 10% de bioetanol y los beneficios para el medioambiente son significativos.
- E10: Es una combinación del 10% de bioetanol y el 90% de gasolina. Esta mezcla es la más utilizada en los Estados Unidos, ya que hasta esta proporción de mezcla los motores de los vehículos no requieren ninguna modificación e, incluso, produce la elevación de un octano en la gasolina mejorando su resultado y obteniendo una notable reducción en la emisión de gases contaminantes.
- E85: Es el más popular. Se crea mediante la mezcla de 85% de bioetanol y 15% de gasolina, utilizada en vehículos con motores especiales. En Estados Unidos, las marcas más conocidas ofrecen vehículos adaptados a estas mezclas.
- E95 y E100: son mezclas de hasta el 95% y 100% de bioetanol. Son utilizadas en algunos países como Brasil, cuyos vehículos presentan motores adaptados.
- E-Diesel: es una combinación de bioetanol con gasoil, gracias a la presencia de un aditivo solvente. Ha demostrado muy buenas características en relación a la combustión y a la reducción de contaminación. Ya se comercializa con éxito en EEUU y Brasil, y pronto hará su aparición en Europa.

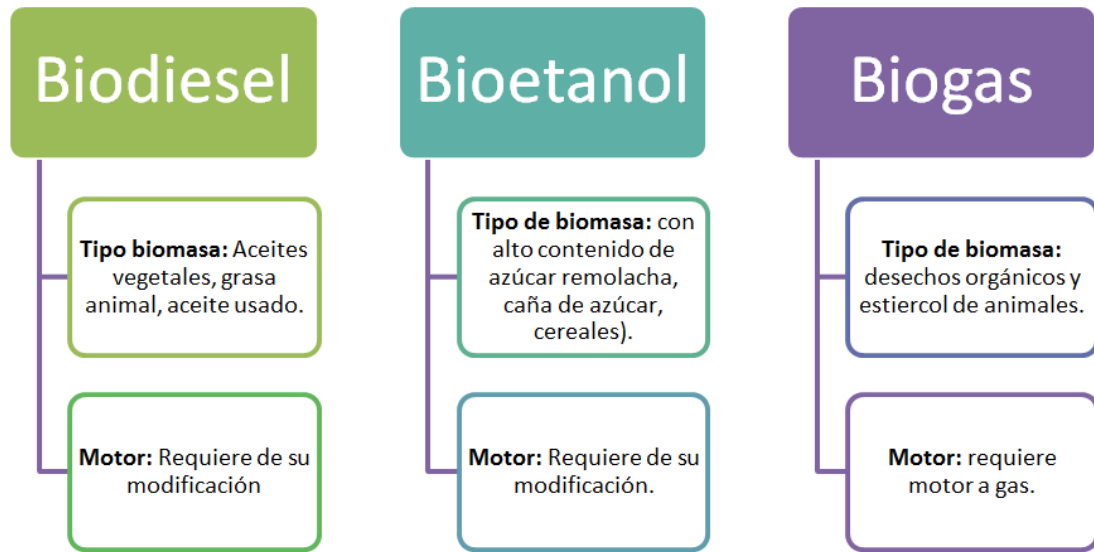


Figura 3: Diagrama con los tres biocombustibles más importantes, su origen y su aplicación en motores de vehículos.

8.- Experimento

Con el desarrollo de este experimento se pretende reproducir a pequeña escala el proceso de obtención de bioetanol gracias al metabolismo de levaduras.

Las levaduras son microorganismos mayoritariamente unicelulares eucariotas pertenecientes al reino Fungi. Estos organismos obtienen la energía para reproducirse y sobrevivir a partir de un grupo de reacciones conocidas como fermentaciones. Este experimento requiere la realización por parte de las levaduras de un tipo de fermentación conocida como alcohólica. La fermentación alcohólica es un proceso biológico que tiene lugar en ausencia de oxígeno. Esta reacción química se representa de acuerdo con la siguiente ecuación química:



En nuestro experimento, las levaduras no tienen disponible, al menos de forma directa, glucosa como fuente de energía, pero sí tienen disponible sacarosa. La sacarosa es un disacárido formado por una glucosa y una fructosa. Por tanto, la levadura necesita romper la sacarosa para obtener glucosa y, de esta forma, iniciar la fermentación alcohólica.

Materiales:

- | | |
|---|----------------------|
| - Agua. | - Probeta. |
| - Azúcar de mesa (sacarosa). | - Cuchara. |
| - Levadura fresca (género <i>Saccharomyces</i>). | - Termómetro. |
| - Vaso de precipitado. | - Placa calefactora. |
| | - Bolsa de plástico. |

Procedimiento:

1. Vertemos 100 mL de agua del grifo en un vaso de precipitado y calentamos con la placa calefactora hasta alcanzar los 33°C (temperatura óptima para que las levaduras realicen la fermentación).
2. Añadimos una cucharada de azúcar en el agua tibia y removemos hasta que se haya disuelto.
3. Incorporamos una cucharada de levadura a la mezcla y volvemos a remover.
4. Introducimos la mezcla en la bolsa de plástico y anudamos en el extremo, procurando expulsar todo el aire de su interior.
5. Dejamos reposar al sol y esperamos unos 20-30 minutos para ver el resultado.



Figura 4: Fotografías del proceso para realizar el experimento

Conclusión

Después de esperar el tiempo estipulado en el paso 5, se puede observar cómo la bolsa se ha hinchado. Este aumento de volumen se debe a la acumulación del CO₂ producido como resultado de la fermentación alcohólica, demostrando de esta forma que la reacción ha tenido lugar y que, por tanto, se ha obtenido el bioetanol que se buscaba. Para la obtención del bioetanol puro, habría que filtrar la mezcla líquida del interior de la bolsa para retirar los restos sólidos de azúcar y levadura. A continuación, se procedería al calentamiento del filtrado para purificar el etanol ya que el agua, con una menor temperatura

de ebullición, se evaporaría antes. Este último paso se conoce como destilación.

9.- Visita y entrevista

Con motivo de la realización de este trabajo, se pudo concertar una visita a la planta química de obtención de biocombustibles dirigida por BioTrading International (antigua Entaban). A lo largo de la visita se pudo observar en vivo la cadena de procesos hasta la obtención de biodiésel, la sala de control desde donde se supervisa que todo está en orden y los laboratorios donde se realizan las pruebas de calidad del biodiésel. Además, se realizó una entrevista a Jesús Bueno, el jefe de producción de la planta, como se detalla a continuación:

1. ¿Cómo se produce el biodiésel?

El biodiésel se obtiene a partir de aceites vegetales que se someten a una larga cadena de reacciones químicas (esterificación y transesterificación) y físicas. Utilizamos metanol como catalizador del proceso, el cual es reutilizado cuando el biodiésel se ha formado, reduciendo los costes económicos y ecológicos de la planta.

2. ¿Cuáles son las ventajas de los biocombustibles?

En esencia, que son más baratos que los combustibles fósiles y no contaminan.

3. ¿Por qué crees que los combustibles fósiles aún no han sido reemplazados por los biocombustibles, sabiendo las ventajas que estos nos aportan?

Principalmente, porque es una inversión que los que deben hacerla no están dispuestos a hacer. Existe un gran negocio detrás en torno al petróleo y otros combustibles fósiles, que se ve en peligro con la aparición en el mercado de los combustibles fósiles. Además, en relación con la industria de los transportes, la mayoría de los vehículos aún no están preparados para funcionar con biocombustibles, aunque sí con mezclas de estos con gasolina o diésel.

4. ¿Crees que en un futuro el mundo podría funcionar a base de biocombustibles?

La respuesta es rotundamente sí. De hecho, vamos tarde. Tenemos ya los medios necesarios para que el mundo funcione no sólo con biocombustibles, sino con todos los tipos de energías renovables.

5. ¿Qué nos aportaría más ventajas: el uso de los biocombustibles, a pesar del gasto de cosechas y agua que conlleva, o continuar usando combustibles fósiles, con la consecuente contaminación?

Sin duda alguna, el uso de biocombustibles por todas las razones que ya sabéis en cuanto al respeto al medio ambiente.

6. ¿Cuál es el tipo de biocombustible más utilizado?

En la actualidad, el biodiésel y el bioetanol son los biocombustibles más utilizados.



Figura 5: Fotografías de los laboratorios y de la sala de control realizadas durante la visita a la planta de obtención de biocombustibles.

10.- Conclusión

Los biocombustibles se presentan como una alternativa eficiente a los combustibles fósiles desde el punto de vista ecológico ya que a lo largo de su producción se emite menor cantidad de gases contaminantes, reduciendo de esta forma las causas del cambio climático. Existen diferentes tipos de biocombustibles según la materia prima utilizada para la obtención de los mismos, siendo la biomasa de microalgas la que parece estar ofreciendo mejores resultados en la actualidad. Aunque ya se han comenzado a utilizar los biocombustibles como fuente de energía en nuestra sociedad, por ejemplo para el motor de vehículos, siguen ocupando un segundo puesto, junto con el resto de energías renovables, por detrás del petróleo o el carbón. Esperemos que esta situación cambie en un futuro próximo, lo que quizás requiera que aumente la concienciación de la sociedad por los problemas medioambientales.