

¿CÓMO SE ELABORA EL BIOETANOL Y EL BIODIESEL?

DESEMPEÑO ESPERADO. El estudiante clasifica procesos orgánicos e inorgánicos, reconoce los procesos orgánicos más importantes, explica cada una de las etapas del proceso de refinación del petróleo, identifica mediante un diagrama de flujo esquemático el proceso de elaboración de los biocombustibles y asume una posición crítica frente a las implicaciones ambientales sobre el uso de combustibles y su impacto en el cambio climático.

1. PROCESOS ORGÁNICOS.

Un proceso es un conjunto de actividades y recursos interrelacionados (con orden y secuencia) que transforman elementos de entrada en elementos de salida (resultados) aportando valor añadido para el cliente o usuario. Los recursos pueden incluir: personal, finanzas, instalaciones, equipos técnicos, métodos, etc.

Es lo que se realiza permanentemente, en el día a día, aspectos que son posibles de estandarizar en la medida en que son predecibles, se repiten en el tiempo y se pueden mejorar permanentemente.

Se habla de procesos si cumplen las siguientes condiciones:

- Se pueden describir fácilmente la entrada y la salida del mismo, es decir sus insumos y sus resultados.
- Es una secuencia de actividades claramente diferenciadas.
- Las actividades se realizan con periodicidad (no importa la frecuencia) y son repetitivas en el tiempo.

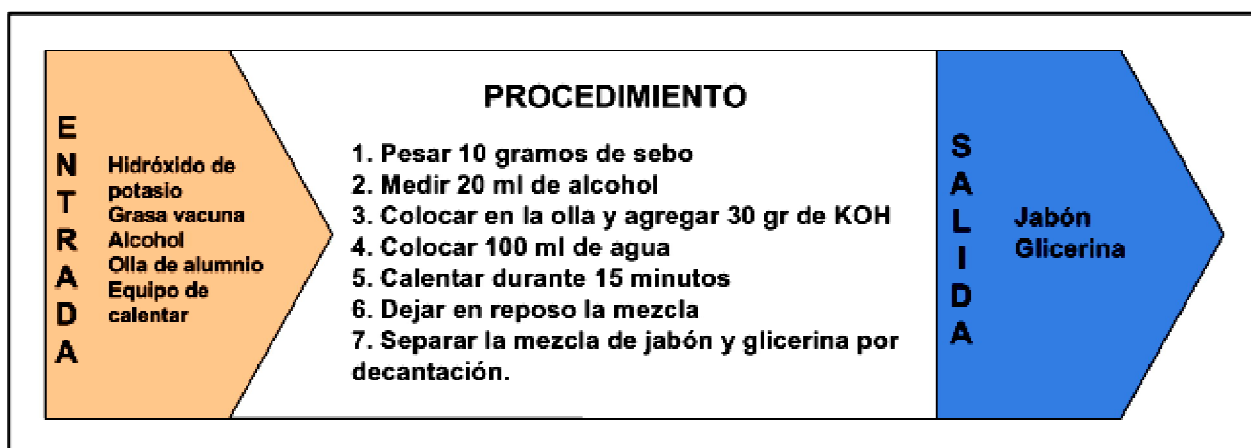
Los procesos no se deben confundir con los procedimientos. Dos conceptos diferentes, aunque relacionados. Un procedimiento es una descripción escrita de un proceso, pero un proceso existe si está escrito o no. El procedimiento es la forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso. Estas actividades deben cumplirse en todas y cada una de las etapas de un proceso. La definición de un proceso puede tomar forma de diagramas. Hacer flujo gramas de los procedimientos no convierte un procedimiento en un proceso. En la figura 1 se ilustra lo afirmado para el caso de la elaboración del jabón a nivel casero.

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 1.

Para contestar algunas de las preguntas debe consultar el módulo 1 de Procesos Inorgánicos y el módulo 1 de Procesos Orgánicos. Justifique cada una de las respuestas.

Clasificar los siguientes procesos entre inorgánicos y orgánicos:

- Elaboración de la sal
- Fabricación del jabón
- Fabricación del ácido sulfúrico
- Elaboración del alcohol por fermentación
- Fabricación de vinagre



PROCESO PARA ELABORAR JABÓN
Figura 1

2. PROCESOS ORGÁNICOS MÁS IMPORTANTES¹.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE:	MATERIA PRIMA
Metanol	Carbón mineral
Gasolina, gas propano, diesel (ACPM), etileno, benceno, alcoholes, detergentes, polímeros, etc.	Petróleo
Jabón	Aceites vegetales y animales, grasas
Papel	Madera, bagazo de caña
Alcohol	Caña de azúcar, yuca
Biodiesel	Aceite de palma

Los derivados del petróleo son muchos, la lista que se observa en la tabla es incompleta sólo se mencionan estos casos con propósitos didácticos.

3. LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO.

Del petróleo (del griego, *Petrus*: piedra y *óleum*: aceite) se dice que es el energético más importante en la historia de la humanidad; un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje del total de la energía que se consume en el mundo.

Aunque se conoce de su existencia y utilización desde épocas milenarias, la historia del petróleo como elemento vital y factor estratégico de desarrollo es relativamente reciente, de menos de 200 años. En 1850 Samuel Kier, un boticario de Pittsburg, Pennsylvania (EE.UU.), lo comercializó por vez primera bajo el nombre de "aceite de roca" o "petróleo". A partir de entonces se puede decir que comenzó el desarrollo de la industria del petróleo y el verdadero aprovechamiento de un recurso que indudablemente ha contribuido a la formación del mundo actual.

¹ La lista es incompleta, se mencionan solamente algunos de uso común.

En 1859, Edwin L. Drake perforó el primero pozo petrolero, en Titusville, Pensilvania (EE. UU). El petróleo se destiló para obtener una fracción de hidrocarburos de alrededor de 10 a 18 carbonos por molécula (llamada *kerosene*), que tuvo gran aplicación como combustible para la iluminación. La fracción más volátil, es decir, de menor punto de ebullición que el kerosene, contenía compuestos de 5 a 9 carbonos (llamada *nafta*) encontró uso como solvente, principalmente de pinturas. Por aquella época no se conocía el motor de combustión, así que mucha parte de esta nafta (o gasolina) sobraba y era botada a los ríos. Las fracciones más pesadas se emplearon como lubricantes y para pavimentar calles.

A principios del siglo XX, la aparición del automóvil constituyó un impulso adicional para la creciente demanda por el petróleo, ya que la nafta o gasolina resultó ser la fracción más adecuada como combustible para dichos vehículos.

La alta dependencia que el mundo tiene del petróleo y la inestabilidad que caracteriza el mercado internacional y los precios de este producto, han llevado a que se investiguen energéticos alternativos sin que hasta el momento se haya logrado una opción que realmente lo sustituya, aunque se han dado importantes pasos en ese sentido, caso de los biocombustibles, la pila de hidrógeno, etc.

Rusia desde hace dos años es el primer productor de petróleo en el mundo, Arabia Saudita es el segundo. Países como Arabia Saudita, Irán, Iraq, Kuwait y Venezuela conforman la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), los cuales se encargan de regular los precios del crudo.

A los otros países productores se les denomina "independientes" y entre los principales se encuentran el Reino Unido, Noruega, México, Rusia y Estados Unidos. Este último es el mayor consumidor de petróleo, pero al mismo tiempo es uno de los grandes productores.

Colombia forma parte de este grupo de naciones, aunque su participación se considera "marginal" tanto en reservas como en producción y volúmenes de exportación. No es, por consiguiente, un país petrolero.

El petróleo es uno de los más importantes productos que se negocian en el mercado mundial de materias primas. Las bolsas de Nueva York (NIMEX) y de Londres (IPC) son los principales centros donde se transa, pero también tiene un mercado "spot" o al momento. Los precios se regulan por unos marcadores o "precios de referencia", entre los que sobresalen el WTI, Bren, Dubai.

El petróleo contiene tal diversidad de componentes que difícilmente se encuentran dos tipos idénticos. Además existen parámetros internacionales, como los del Instituto Americano del Petróleo (API) que diferencian sus calidades y, por tanto, su valor. Así, entre más grados² API tenga un petróleo, mejor es su calidad. Los petróleos de mejor calidad son aquellos que se clasifican como "livianos" y/o "suaves" y "dulces".

Los llamados "livianos" son aquellos que tienen más de 26 grados API. Los "intermedios" se sitúan entre 20⁰ y 26⁰ API, y los "pesados" por debajo de 20⁰ API. El hallazgo y utilización del petróleo, la tecnología que soporta su proceso industrial (conocida como industria petroquímica) y el desarrollo

² Es una propiedad física que se asocia con la viscosidad. No confundir con las escalas de temperatura.

socioeconómico que se deriva de su explotación, son algunos de los temas que se presentan en este recorrido didáctico y educativo por el mundo del petróleo.

Actividad de Refuerzo # 2.

- A. Investigar el origen y estado natural del petróleo. Este documento no debe tener una extensión mayor de dos páginas.
- B. Prepara un documento de no más de dos páginas sobre la historia del petróleo en Colombia³.

4. COMPOSICIÓN DEL PETRÓLEO.

La composición del petróleo crudo varía ampliamente según su fuente, pero en todos los casos sus principales componentes son los hidrocarburos saturados. Se presentan también altas proporciones de hidrocarburos aromáticos e igualmente pequeñas cantidades de compuestos oxigenados y sulfurados. Se considera que son del orden de cincuenta a ochenta mil los compuestos diferentes que hacen parte de los petróleos comunes.

Tabla 1. HIDROCARBUROS HALLADOS EN CIERTA MUESTRA DE PETRÓLEO

Clase de Hidrocarburos	Tipos de compuestos de cada clase	Número de compuestos de cada clase
Alcanos	Normales	33
	Ramificados	52
Cicloalcanos	Ciclopentano y derivados	27
	Ciclohexano y derivados	25
	Otros cicloalcanos	31
Aromáticos	Benceno y derivados	40
	Cicloparafinas aromáticas	12
	Naftaleno, antraceno y similares	67
	Compuestos oxigenados	4
	Compuestos sulfurados	4

5. ¿CÓMO SE OBTIENEN LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO?

Este proceso forma parte de lo que comúnmente conocemos como la industria petroquímica. En Colombia este proceso se desarrolla en Barrancabermeja, un municipio en el Departamento de Santander, y Cartagena.

El primer paso en la obtención del petróleo es la **exploración** de los yacimientos. Consiste en identificar, mediante investigaciones geológicas y geofísicas, las áreas que indican posibilidad de hallar petróleo. Cuando estos análisis indican que una determinada región puede ser apta para la producción de petróleo, se inician una serie de estudios más detallados del subsuelo, la cual incluye análisis sismográfico (producir temblores con pequeñas explosiones subterráneas que generan ondas que pueden dar indicios de las áreas ricas en el crudo), fotografías desde satélites, etc.

³ Además de la consulta por Internet, puede consultar: RUMBO AL “BOOM” PETROLERO. Revista Semana. Bogotá 2011

En Colombia se tiene proyectado para este año perforar 570 pozos exploratorios y los cálculos más optimistas afirman que tenemos en el subsuelo 1.988 millones de barriles⁴ de petróleo por explotar. En el año 2011 se alcanzaron a producir en Colombia 965.000 barriles diarios de petróleo⁵ y se espera extraer en el año 2015 un millón y medio de barriles.

El paso siguiente conocido como **explotación** implica la perforación de pozos y la extracción del crudo. La perforación de un pozo es un proceso complejo, para el cual se hace necesaria la construcción de una gran torre de acero que facilita las operaciones. Si la presión de los gases en el yacimiento es alta, el crudo puede ascender directamente por el pozo; de otra forma hay que utilizar bombas impulsoras o inyectar gas a presión. Un pozo puede alcanzar 2 a 3 km de profundidad. El pozo perforado por Drake en 1859 alcanzó una profundidad de 21 metros, no necesitó de gas para extraerlo, es decir, brotó espontáneamente. El crudo que se extrae del pozo, se **transporta** por oleoductos a una planta en donde se separa del gas natural y se despoja del agua y de la sal que contenga.

La tercera etapa del proceso conocida como **refinación**, se realiza porque el petróleo crudo no tiene ninguna aplicación. El crudo se calienta a cerca de 400°C y se somete a varios procesos de destilación, para separar sus componentes. Las torres de destilación separan en la parte superior los componentes más volátiles y en la parte inferior, los más pesados. Estas operaciones se realizan en las refinерías, que para el caso Colombiano, se encuentran en Barrancabermeja y Cartagena. En la tabla 2 se muestran los principales usos de estas fracciones destiladas del petróleo. Ver figura 2.

Tabla 2. FRACCIONES DEL PETRÓLEO

Fracción	Composición Aproximada ⁶	Usos Principales
Gas	C ₃ - C ₄	Combustible, LPG (gas propano licuado)
Gasolina	C ₅ - C ₉	Combustible para motores, solvente
Kerosene	C ₁₀ - C ₁₈	Combustible doméstico y para aviones
Gas Oil	C ₁₆ - C ₁₈	Combustible Diesel (ACPM)
Aceites lubricantes	C ₁₈ - C ₂₀	Lubricación
Cera de parafinas	C ₂₁ - C ₄₀	Velas, papel parafinado
Asfalto y residuos	>C ₄₀	Impermeabilización, recubrimiento de vías

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 3.

- En un diagrama de flujo esquemático señale las etapas del proceso de refinación del petróleo.
- El petróleo es una mezcla o un compuesto. Explique.
- La gasolina es una mezcla o un compuesto. Explique.
- El propano es una mezcla o un compuesto. Explique.

⁴ 1 barril son 42 galones, aproximadamente 159 litros.

⁵ El diario El País de Cali en su edición del 2 de Febrero de 2012 informa que en el mes de Enero de 2012 se alcanzó la cifra de 1 millón de barriles.

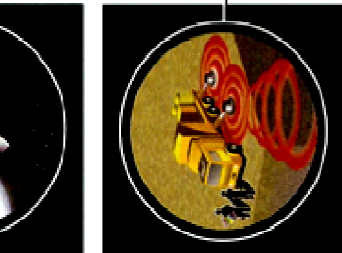
⁶ C₃ - C₄ significa una mezcla de hidrocarburos entre 3 y 4 átomos de carbono, es decir, propano y butanos.

CÓMO SE REFINA EL PETRÓLEO

1. EXPLORACIÓN



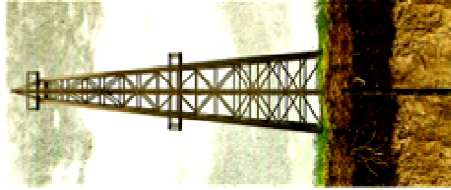
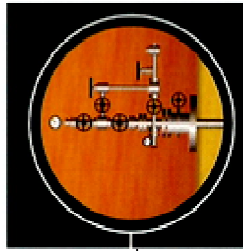
Oblención de fotografías o imágenes por satélite, avión o radar para elaborar mapas geológicos



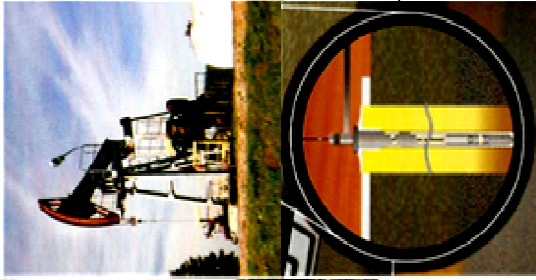
Sísmica. Gracias a temblores producidos por pequeñas explosiones subterráneas se generan ondas que demarcan las zonas donde puede haber petróleo.

2. EXPLOTACIÓN

Instalación del sistema de válvulas llamado "árbol de navidad", que regula la salida de crudo



Identificación del terreno para perforar un pozo exploratorio. Se instala la torre que atraviesa diferentes capas de rocas.

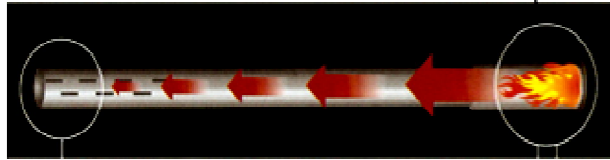


Instalación del sistema que acciona una bomba ("machin") ubicada en el fondo para succionar el crudo, cuando no fluye naturalmente.

3. TRANSPORTE



4. REFINERÍA



Introducción de lodo en el pozo para mantener las brocas frías, evitar explosiones y expulsar el material que ya está triturado en el interior

Cementación del pozo, para adherir la tubería y mantenerlo firme.

Cocción del crudo a cerca de 400 °C para separar sus componentes. Las moléculas más pesadas rompen sus enlaces, se obtienen otras más livianas, como gasolina, diesel, etc.

5. USOS



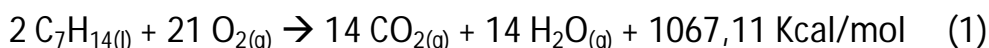
Además de los combustibles, del petróleo se obtienen diferentes derivados que, después de someterse a procesos químicos, se convierten en cerca de dos mil productos y subproductos. En la torre de destilación, los derivados más livianos se ubican en la parte superior.

Figura 2. Refinación del petróleo

6. INDICE DE OCTANO.

La gasolina es el subproducto más importante del petróleo. Está constituida fundamentalmente por hidrocarburos alifáticos de cadena abierta cuyo número de carbonos varía entre 5 y 9 y por cicloalcanos. Los principales componentes son n-hexano, n-heptano, n-octano y sus isómeros.

Como sabemos, la combustión es una reacción de oxidación en la que participa el oxígeno (presente en el aire) y se desprenden dióxido de carbono, agua, monóxido de carbono (si la combustión es incompleta) y cantidades considerables de energía. Por ejemplo, la combustión del heptano;



Ahora bien, en las condiciones de operación corriente de un motor de combustión interna (como el de un automóvil), la combustión no es completa o total como lo muestra la combustión del heptano, sino que se produce algo de CO, lo que indica que parte de las moléculas del hidrocarburo sólo sufrieron oxidación parcial.

Para que se produzca la combustión en los cilindros de un motor, la gasolina se mezcla previamente con aire y luego se somete a compresión. Una vez comprimida, la "mezcla" se enciende por medio de una chispa eléctrica proveniente de las bujías, y es entonces cuando se produce la reacción de combustión. Como consecuencia de ella, los gases se expanden accionando el pistón (dispositivo que se encuentra en los cilindros del motor).

Algunos hidrocarburos, una vez mezclados con el oxígeno, se encienden con la sola compresión, es decir producen explosiones prematuras. Este fenómeno que se conoce como pistoneo, es, por esto, una causa de funcionamiento incorrecto de los motores, y los hidrocarburos que así se comportan son inadecuados como combustibles para aquéllos.

Para determinar la eficiencia de un combustible se utiliza el **índice de octano**, que se basa en el comportamiento de dos hidrocarburos seleccionados como patrones:

- El n-heptano, compuesto sumamente detonante (no requiere chispa), al cual se le asignó un índice de octano de cero (0).
- El 2,2,4-trimetilpentano (impropiamente llamado isooctano), que es un hidrocarburo muy poco detonante y que sólo entra en combustión mediante la chispa eléctrica de la bujía. A este compuesto se le asignó un índice de octano de cien (100).

El índice de octano u octanaje de un combustible corresponde entonces al porcentaje por volumen de 2,2,4-trimetilpentano, en una mezcla con n-heptano que iguale las características detonantes del combustible en cuestión. Así, una gasolina que tiene un índice de octano de 90, es porque se comporta de manera similar a una mezcla de 90% de 2,2,4-trimetilpentano y 10 % de n-heptano.

El octanaje de una gasolina corriente para automóviles oscila alrededor de 85, siendo cerca de 90 para la extra. La gasolina para aviones debe tener un índice de octano cercano a los 130.

6.1. ¿CÓMO MEJORAR EL ÍNDICE DE OCTANO?

Para mejorar el octanaje de los combustibles existen varios procesos, entre los cuales están el uso de aditivos, la reformación y la aromatización. Nos detendremos solamente en el tema de los aditivos.

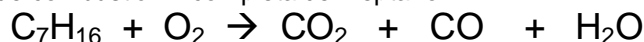
La eficiencia de los aditivos se aumenta mediante la adición de ciertos compuestos que evitan el pistoneo causado por las explosiones prematuras. El más conocido es el tetraetilo de plomo, $(C_2H_5)_4Pb$, que se agrega en proporciones de 2 a 3 mililitros por galón de gasolina, hasta un máximo permitido de 6 ml/gal. Lamentablemente el plomo liberado por el exhosto del carro es altamente contaminante y en algunos países está prohibida su utilización. La gasolina que no contiene este aditivo se conoce como "verde" y Colombia es uno de los países que la está produciendo. El aditivo utilizado en gasolinas verdes es el metil-terbutil éter. La tendencia actual es mejorar el octanaje de las gasolinas evitando recurrir al uso de aditivos.

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 4.

- Escriba la fórmula estructural de: n-heptano, 2,2,4-trimetilpentano y metil-terbutiléter.
- ¿A qué se debe el pistoneo en los motores de combustión de un vehículo?
- Calorimetría: encuentre el calor necesario para llevar 1 barril de agua desde $25^{\circ}C$ hasta $100^{\circ}C$, es decir, evaporarla. Utilice la densidad y la capacidad calorífica del agua. Si no lo recuerda consulte el módulo visto en grado décimo sobre calor y temperatura. Ver ecuación (1).
- Con el resultado obtenido en el paso anterior, encuentre los gramos de heptano que se requieren para evaporar el litro de agua. Suponer que el calor liberado por el heptano en su combustión completa, se utiliza para evaporar el agua y que no hay pérdidas.
- ¿Cómo es el índice de octano de un hidrocarburo lineal comparado con el de un hidrocarburo ramificado?

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 5.

La siguiente es la reacción de combustión incompleta del heptano.



Como podemos observar se produce gas carbónico, CO_2 , monóxido de carbono, CO , y agua, H_2O . Los gases producto de esta combustión se consideran muy perjudiciales para la salud por la presencia del CO .

- Balancear la reacción (debe ensayar con el método de oxidación reducción).
- Investigar los peligros para la salud de una intoxicación con monóxido de carbono. ¿Cuáles son los riesgos que puede presentar un vehículo cuya combustión en el motor es incompleta?

7. LOS BIOCOMBUSTIBLES

Como biocombustible se entiende cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal). Este término incluye alcohol etílico o etanol, metanol, biodiesel y combustibles gaseosos tales como hidrógeno y metano.

Los biocombustibles se han utilizado principalmente:

- Como alternativa a los combustibles fósiles en momento de precios altos.
- Para mejorar la calidad del combustible fósil.
- Para reducir las emisiones de gases efecto invernadero al medio ambiente (tendencia mundial).

El proceso de obtención de biocombustibles involucra distintos sectores de la economía, dentro de los cuales se encuentran:

- Agrícola: Producción de materias primas.
- Industrias aceiteras: Producción de aceite.
- Industria química: Transesterificación.
- Refinerías y compañías mayoristas de combustibles: Mezcla con gasolina, diesel y distribución de biocombustibles
- Administraciones locales: Flotas de autobuses, taxis, calefacción etc.
- Áreas ambientalmente protegidas: Utilización de biocombustibles en los medios de transporte de parques nacionales, entre otras.

Por su parte, la utilización de biocombustibles representa múltiples ventajas, económicas, sociales y ambientales, como por ejemplo:

- Desarrollo local y regional
- Cohesión económica y social
- Aumento de áreas cultivadas
- Generación de empleo.
- Fortalecimiento del mercado doméstico
- Reducción de la importación de combustibles
- Reducción de las emisiones contaminantes: SO₂, partículas, humos visibles, hidrocarburos y compuestos aromáticos
- Mejoramiento de la calidad del aire
- Reducción de los compuestos cancerígenos, nocivos para el ser humano
- Reducción del calentamiento global al disminuirse el CO₂ en el ambiente, cumpliendo así con el mandato del Protocolo de Kyoto⁷
- Menor contaminación, el 85% de los biocombustibles se degrada en aproximadamente 28 días
- Los combustibles provienen del petróleo, que es una fuente no renovable de energía y se viene agotando poco a poco.

Como resultado de los programas promovidos a finales de la década del setenta para ayudar a aliviar la presión en el precio del petróleo, los biocombustibles han estado en una fase de desarrollo industrial durante los últimos años, y se espera en el futuro, un crecimiento sostenido de este sector en todo el mundo. La Directiva 2003/17.5/EC del Parlamento Europeo dispuso que en el año 2005 la proporción obligatoria de biocombustibles (incluyendo gasolina y diesel) fuera del 2%, porcentaje que se debe aumentar al 5.75% en el 2010 y al 20% en el 2020. De acuerdo con esta directriz, se estima que la demanda europea para el año 2010 será de 14 millones de toneladas de biocombustibles anuales, de las cuales 7.8 millones de toneladas corresponden a biodiesel.

En Colombia se promulgó la ley 693 de 2001, la cual establece que en septiembre del año 2005, las ciudades con más de 500 mil habitantes, como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, deben utilizar gasolina en una mezcla del 10% de alcohol carburante (bioetanol). El programa se ampliará y para el

⁷ Los biocombustibles -biodiesel, bioetanol, biogás - generan dióxido de carbono al quemarse, el cual se consume en un período de tiempo muy corto; funciona en un ciclo de carbono cerrado y no se acumula en el ambiente, que es el problema del calentamiento global

2006 otras ciudades como Bucaramanga, Cartagena, Cúcuta y Pereira también se deben incorporar al proyecto de alcohol en sus gasolinas.

7.1. ALCOHOL CARBURANTE.

Se define como compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos derivados de petróleo, gas natural o carbón (fósiles), que tiene en su molécula un grupo hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono. Para los efectos de la norma colombiana NTC 5308 se entiende como alcohol carburante al etanol *anhidro* obtenido a partir de la biomasa, que tiene un contenido de agua inferior a 0.7% en volumen.

La obtención de alcohol carburante (bioetanol) resulta de tres procesos diferentes:

- Fermentación de los compuestos orgánicos, acompañada de un proceso de destilación y secado.
- Segregación molecular, proceso en el que se fragmenta la biomasa separando las proteínas del almidón, la fibra etc. El almidón, convertido en azúcar fermentable puede producir alcohol.
- Hidrólisis de la celulosa, este proceso permitiría utilizar cualquier materia que contenga celulosa, por ejemplo desechos o residuos agrícolas. Este proceso está en investigación en diversas partes del mundo y se calcula que muy pronto será económicamente viable.
- Por tanto, se estima que en el futuro todos los materiales verdes de los campos, desechos y materia orgánica de la basura, se transformarán en etanol mediante los procesos de hidrólisis de la celulosa.

El bioetanol se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible.

En la gráfica 3 se puede ver, de forma esquemática, el proceso completo de obtención del alcohol, a partir de las principales materias primas que se utilizan para su producción.

Principalmente se utilizan tres familias de productos para la obtención del alcohol:

- Azúcares, procedentes de la caña o la remolacha, por ejemplo.
- Cereales, mediante la fermentación de los azúcares del almidón.
- Biomasa, por la fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa.

Los materiales lignocelulósicos son los que ofrecen un mayor potencial para la producción de bioetanol. Una gran parte de los materiales con alto contenido en celulosa, susceptibles de ser utilizados para estos fines, se generan como residuos en los procesos productivos de los sectores agrícola, forestal e industrial. Los residuos agrícolas proceden de cultivos leñosos y herbáceos y, entre otros, hay que destacar los producidos en los cultivos de cereal. Por su parte, los residuos de origen forestal proceden de los tratamientos silvícola y de mejora o mantenimiento de los montes y masas forestales. También pueden utilizarse residuos generados en algunas industrias, como la papelera, la hortofrutícola o la fracción orgánica de residuos sólidos industriales. Muchos de estos residuos no sólo tienen valor económico en el contexto donde se generan sino que pueden ser causa de problemas ambientales durante su eliminación.

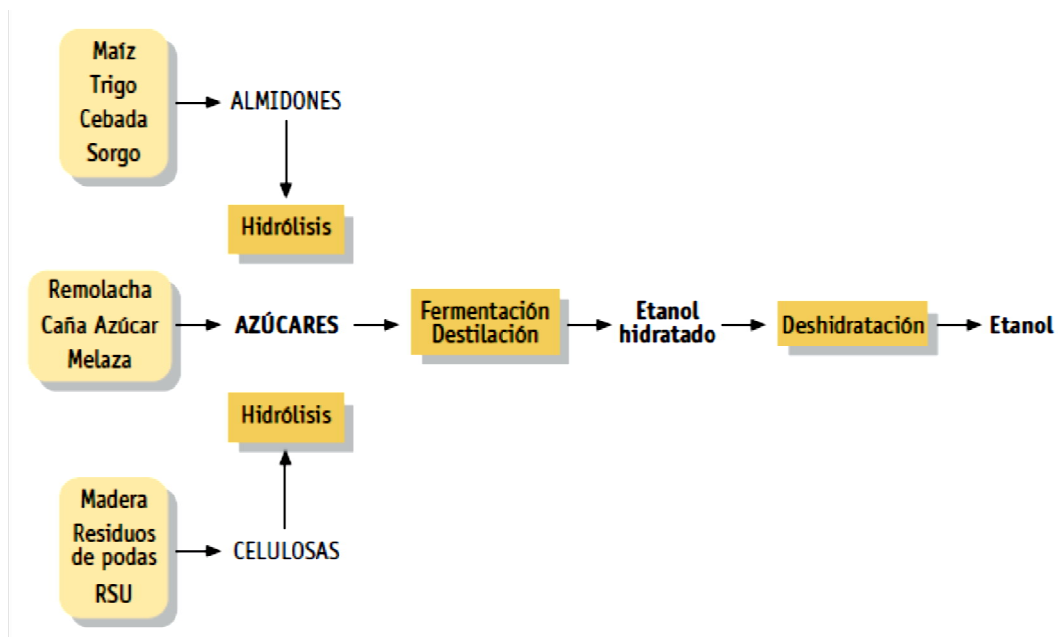


Figura 3.

Los residuos de biomasa contienen mezclas complejas de carbohidratos, llamados celulosa, hemicelulosa y lignina. Para obtener los azúcares de la biomasa, esta es tratada con ácidos o enzimas que facilitan su obtención. La celulosa y hemicelulosa son hidrolizadas por enzimas o diluidas por ácidos para obtener sacarosa, que es entonces fermentada. Tres son los principales métodos para extraer estos azúcares: la hidrólisis con ácidos concentrados, la hidrólisis con ácidos diluidos y la hidrólisis enzimática. En la gráfica 4 se pueden ver las diferentes formas de procesar las materias primas, en función de su origen, para la obtención de sus azúcares. En la figura 5 podemos observar en un diagrama de flujo constructivo el proceso de elaboración del alcohol carburante.

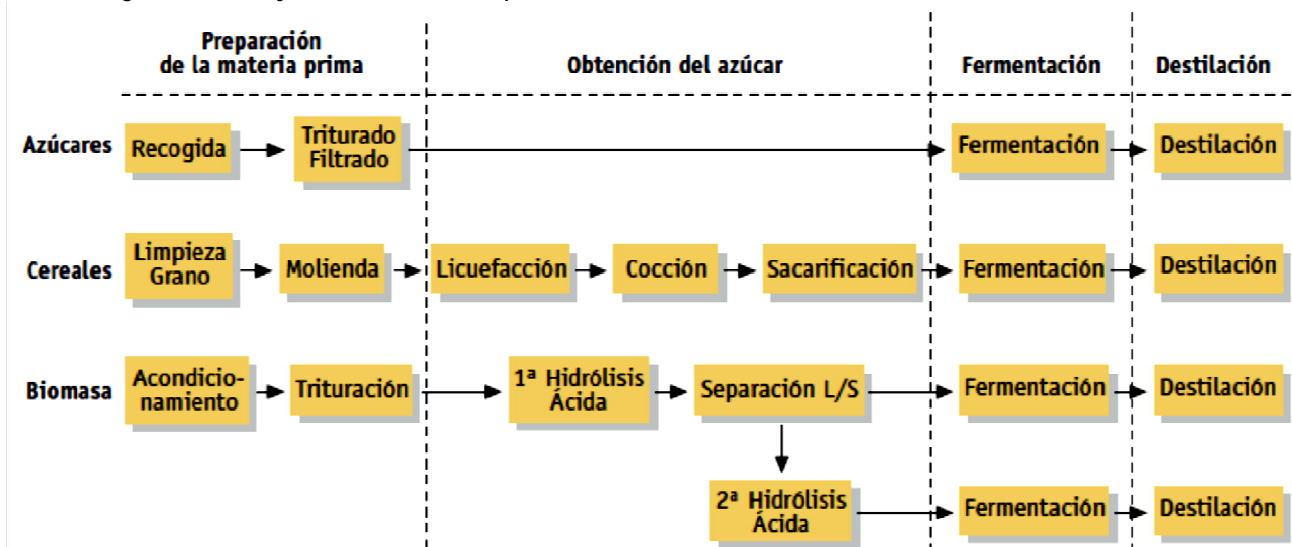


Figura 4.

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 6

- A. La hidratación del eteno o etileno es un proceso muy conocido para obtener etanol. Ver módulo 4 sobre propiedades químicas de funciones oxigenadas. ¿Qué diferencia hay entre el alcohol obtenido por esta ruta y el bioetanol?
- B. La norma NTC 5308 establece que el bioetanol producido en Colombia debe ser anhidro. ¿A qué se refiere este concepto? Si la gasolina contiene 8% en volumen de bioetanol, ¿cuántos litros de bioetanol se deben colocar por cada galón de gasolina? (1 galón = 3,785 litros).
- C. Mencione tres materias primas que se utilizan para producir alcohol carburante. ¿Cuál de ellas es la más utilizada en Colombia? ¿Se puede utilizar el prado que se corta en las zonas verdes de las ciudades para producir bioetanol? Explique.
- D. Señale las etapas para producir bioetanol a partir de la caña de azúcar.
- E. ¿Por qué se le agrega al alcohol carburante gasolina al terminar su proceso de elaboración?



Figura 5. Proceso de elaboración de alcohol carburante

7.2. BIODIESEL

Es un combustible sustituto del combustible para motores diesel, que puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales), aceites o grasas de fritura usados y metanol o etanol (estos también pueden ser obtenidos a partir de productos agrícolas). La producción de aceites vegetales puede realizarse a partir de más de 300 especies diferentes, sin embargo las condiciones edafoclimáticas, rendimiento, contenido en aceite y la necesidad de mecanizar la producción, limitan actualmente el potencial de obtención de aceites vegetales a unas pocas especies, dentro de las cuales la palma, la colza, el girasol y la soya son las más utilizadas. De acuerdo con las estimaciones mundiales, la palma es el cultivo con mejor posibilidad de convertir su aceite en biodiesel.

El proceso de producción se basa en la transesterificación (también llamada alcoholólisis), en la cual al agregar aceite alcohol (metanol) y un catalizador (hidróxido de potasio KOH), se obtiene biodiesel y como productos adicionales glicerina, agua y residuos que pueden utilizarse como fertilizante.

Se basa en la reacción de moléculas de triglicéridos (el número de átomos de las cadenas está comprendido entre 15 y 23, siendo el más habitual de 18) con alcoholes de bajo peso molecular (metanol, etanol, propanol, butanol) para producir ésteres y glicerina (que puede ser utilizada en cosmética, alimentación, farmacia, etc.).

El proceso químico es relativamente sencillo, sin embargo, para producir un biodiesel de calidad deben optimizarse las variables del proceso, tales como el exceso y catálisis de metanol, la desactivación del catalizador, la agitación, la temperatura, entre otras.

El biodiesel puro es biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar significativamente el alcohol y el aceite vegetal que se utilicen en la transesterificación. El principal productor a nivel mundial es Europa, básicamente por la estructura de impuestos que beneficia el uso de diesel, por su amplia tradición en la producción de colza y porque el 50% de los vehículos están equipados con motores diesel. La producción de biodiesel alcanzó en este continente, casi 3.2 millones de toneladas en el año 2005, comparado con 1.9 millones en el 2004. Los principales productores europeos de biodiesel en el 2005 fueron: Alemania con 1.7 millones de toneladas, Francia con 492.000 e Italia con 396.000 toneladas. A su vez, Estados Unidos produjo cerca de 250.000 toneladas de biodiesel en ese año. Ver Figura 6.



Figura 6. Proceso de elaboración del biodiesel

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 7

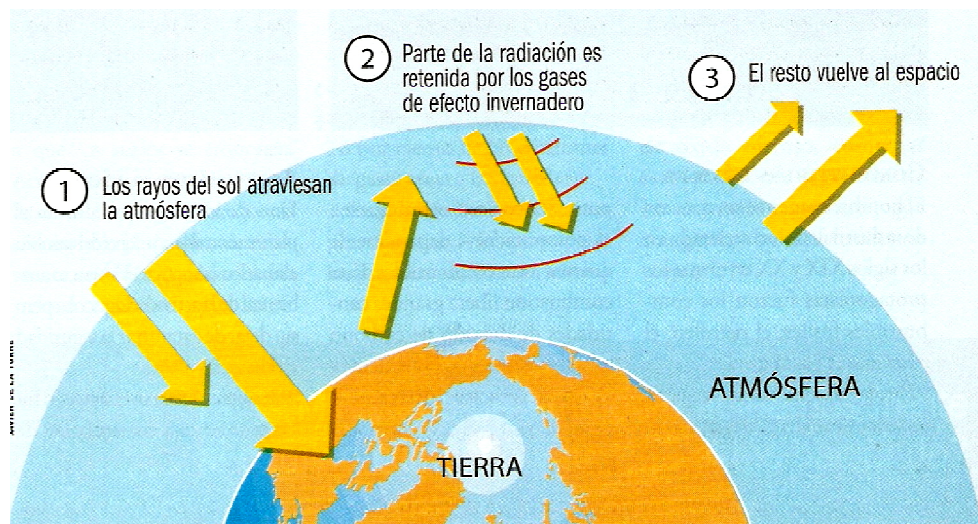
- A. ¿Cuál es la diferencia entre el diesel producido en la refinación del petróleo y el obtenido a partir de la palma africana?
- B. ¿En qué consiste la transesterificación de las grasas y aceites?
- C. Señalar las etapas para producir el biodiesel a partir de la palma africana.
- D. Uno de los subproductos de la elaboración del biodiesel es la glicerina. ¿Qué aplicaciones tiene en la industria?

8. HUELLA DE CARBONO

El cambio climático, provocado por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) y en especial del CO_2 , es el azote de nuestro tiempo y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global ha sido causado por las actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y bienes que poseemos y utilizamos (bienes de consumo, hogar, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera.

Bajo este prisma, la HUELLA DE CARBONO, representa una medida para la contribución de las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y un elemento más de concienciación para la asunción entre los ciudadanos de prácticas más sostenibles. Así pues, la huella de carbono es el total de gases efecto invernadero que emite, directa o indirectamente, un individuo, una organización, un evento o un producto.

El efecto invernadero es un fenómeno natural por el cual la tierra retiene parte de la energía solar que atraviesa la atmósfera. Esto permite la existencia de la vida. La atmósfera es la capa protectora de la Tierra. Está compuesta por diferentes gases, entre los que se encuentran los GEI (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, ozono y clorofluorocarbonos, CFC).



Con esta iniciativa se pretende cuantificar la cantidad de emisiones de GEI, medidas en emisiones de CO_2 equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto. Este análisis abarca todas las actividades de su ciclo de vida (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo) permitiendo a los consumidores

decidir qué alimentos comprar en base a la contaminación generada como resultado de los procesos por los que ha pasado.

La medición de la huella de carbono de un producto crea verdaderos beneficios para las organizaciones. La huella de carbono identifica las fuentes de emisiones de GEI de un producto. Esto por lo tanto permite definir mejores objetivos, políticas de reducción de emisiones más efectivas e iniciativas de ahorros de costo mejor dirigidas, todo ello consecuencia de un mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, que pueden o no pueden ser de responsabilidad directa de la organización.

8.1. Huella de carbono en alimentos

Las empresas alimentarias que inicien el cálculo de su huella de carbono en sus productos se comprometen a desarrollar programas de reducción de sus emisiones. Además al ser una certificación de producto puede ser utilizada en la propia etiqueta y sirve por lo tanto de comunicación directa entre el productor y el consumidor.

La identificación de las distintas etapas de la vida del producto permite abordar distintas estrategias de reducción. La parte agrícola es un aspecto fundamental y protagonista de la producción agroalimentaria y que tradicionalmente no ha tenido un papel preponderante en las innovaciones planteadas. Con este esquema adquiere la misma importancia que el resto de eslabones de la cadena al mismo nivel que la elaboración y la distribución.

El esquema es válido para una cuantificación numérica de las emisiones, es decir es un número susceptible de comparación, no con otras empresas que elaboran otros productos, sino con la misma empresa a lo largo de los años. La propia empresa se compromete a ir reduciendo año a año las emisiones necesarias para la comercialización del producto.

9. Cómo reducir la huella de CO₂

Conceptos básicos. El CO₂ proviene de la quema de combustibles fósiles, es decir, sustancias como el petróleo, el carbón o el gas natural creadas en el interior de la Tierra hace millones de años y en las que se acumuló el carbono presente entonces en la atmósfera. Al quemarlos inyectamos a la atmósfera un CO₂ que estaba atrapado. Por tanto, ¿es lo mismo consumir materia vegetal que carbón? No exactamente. El carbón genera nuevas emisiones, mientras que las plantas capturan el ya existente, vuelven a emitirlo cuando se queman y lo capturan de nuevo al crecer. Los combustibles producidos con grano o azúcar o las calderas que queman restos vegetales tienen esa virtud. De ahí su auge.

Sentido común. Con las premisas anteriores, es fácil tomar decisiones en el día a día. La consigna es evitar el gasto superfluo de energía. Y después, intentar que los consumos sean lo más renovables posibles.

Las empresas también. No sólo los ciudadanos concienciados se preocupan por medir su huella ecológica. Cadenas de tiendas como Wal-Mart pretenden ser 'carbón' 'neutral', es decir, aspiran a un

balance cero de CO₂. Los supermercados Tesco, en Gran Bretaña, colocarán a cada producto una etiqueta que indique el carbono generado en su producción, embalaje y transporte. Es lo que han llamado 'carbón label', que creen tan importante como el precio o la composición.

Veamos el impacto que producen algunas actividades cotidianas:

- Apagar un bombillo de 60 watts evita la emisión de 54 kilos de dióxido de carbono.
- Cambiar los bombillos normales por bombillos de bajo consumo evita la emisión de 50 kilos de dióxido de carbono.
- Apagar los aparatos electrónicos, el televisor, el equipo de sonido y el computador supone un ahorro de 87 kilos de dióxido de carbono.
- Apagar el aire acondicionado cuatro horas diarias y cuando no hay nadie en casa evita la emisión de 300 kilos de dióxido de carbono.
- Usar la lavadora sólo cuando está llena evita emisiones anuales de 360 kilos de dióxido de carbono.
- Instalar una ducha ahorradora de agua evita la emisión de 230 kilos de dióxido de carbono al año.
- Cerrar la llave mientras se lava los dientes evita una emisión anual de tres kilos de dióxido de carbono.
- Al reciclar un kilo de aluminio se evita la emisión de nueve kilos de dióxido de carbono.
- Hacer el mercado con una bolsa reutilizable evita la emisión de ocho kilos de dióxido de carbono al año.
- Imprimir un correo electrónico innecesario emite siete kilos de carbono.
- Si es posible utilice papel reciclado. La fabricación de papel reciclado necesita aproximadamente de un 70% a un 90% menos de energía.
- En cada viaje largo de avión de ida y vuelta se emiten 4.000 kilos de carbono.

ACTIVIDAD DE REFUERZO # 8.

- A. Consulte en Internet cómo se calcula la huella de carbono.
- B. Señale a continuación las acciones que podemos realizar para disminuir el impacto de las emisiones de CO₂ con respecto a: comida, bienes y servicios, agua, energía, transporte.
- C. Uno de los GEI presentes en la atmósfera es el ozono. ¿Qué papel cumple el ozono con las radiaciones procedentes del Sol.
- D. ¿Qué relación tiene el cambio climático con los GEI.