



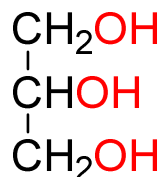
REUTILIZACIÓN DE LOS ACEITES DOMÉSTICOS USADOS, PRODUCCIÓN DE BIODIESEL Y JABONES CON ACEITE DOMÉSTICO

Eneritz Anakabe y Sonia Arrasate
Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, UPV/EHU
Leioa, 18 de febrero de 2026



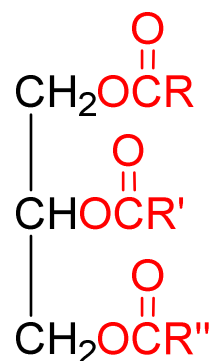
Introducción: propiedades de aceites vegetales

Los aceites son triésteres del glicerol que contienen carboxilatos de cadena larga. Se le conoce con el nombre de triglicérido.



Glicerol

(1,2,3-propanotriol)



Triglicérido

(triester de 1,2,3-propanotriol)

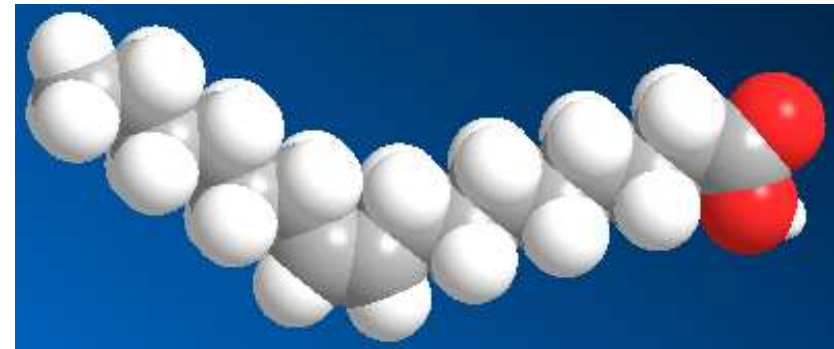
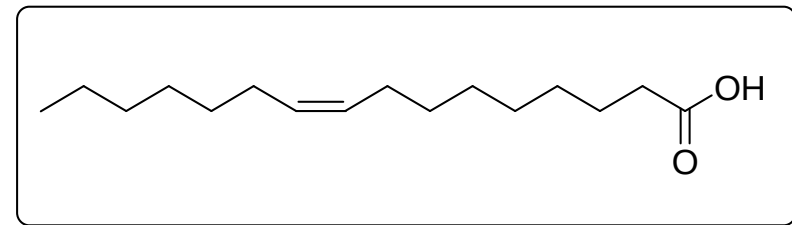
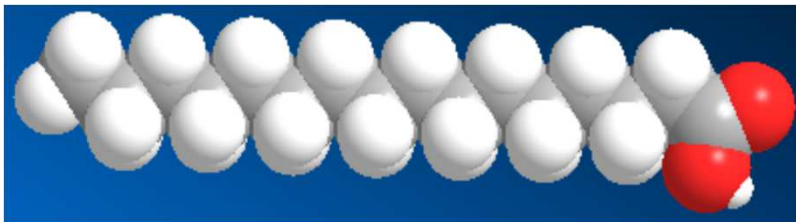
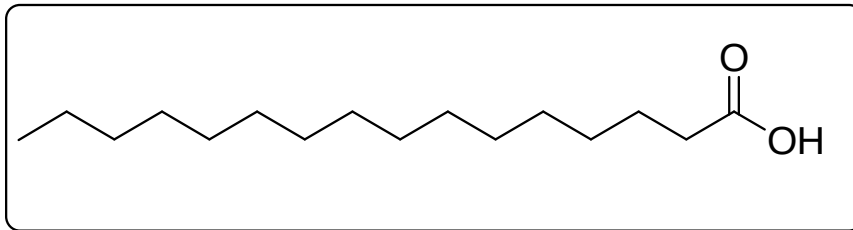


Introducción: propiedades de aceites vegetales

Estructura de los aceites vegetales y componentes principales:

Los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados.

- Si son insaturados el doble enlace suele ser *cis*. Los ácidos de los aceites, los ácidos grasos, no suelen tener ramificaciones y el número de átomos de carbono suele ser par.



- Los triglicéridos que forman los insaturados son líquidos (aceites) y los que forman los saturados, sólidos.



Introducción: propiedades de aceites vegetales

■ Aceite de girasol (*Heliantus annus*)

Componentes principales:

ácido linoleico (67-74%)

ácido oleico (17-22%).

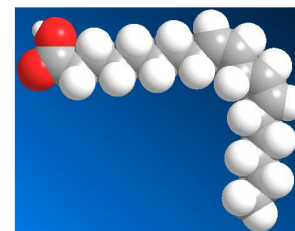
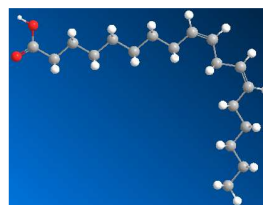
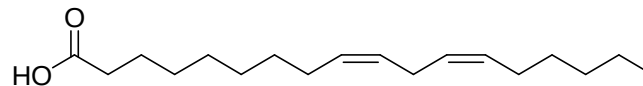
■ Aceite de oliva (*Olea europaea*)

Componentes principales :

ácido oleico (71-84%)

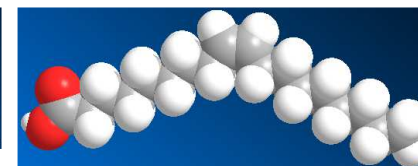
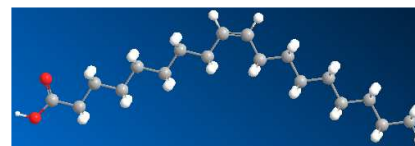
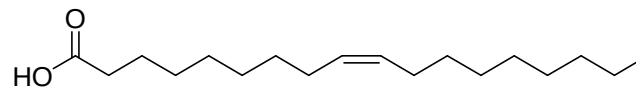
ácido palmítico (10-13%)

ácido linoleico (7-10%).



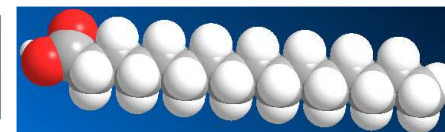
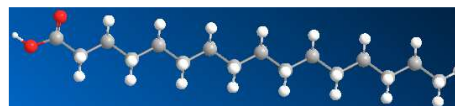
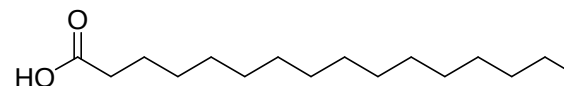
C18:2

Ácido linoleico



C18:1

Ácido oleico



C16:0

Ácido palmítico



Introducción: propiedades de aceites vegetales

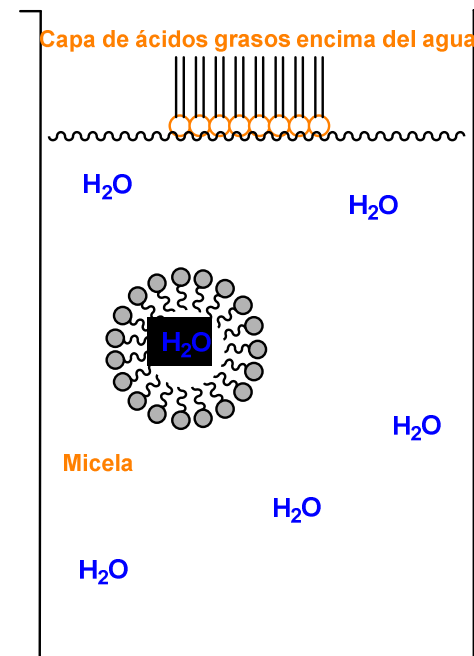
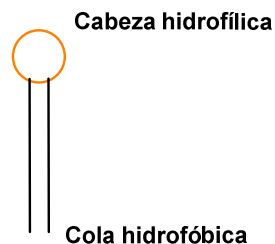
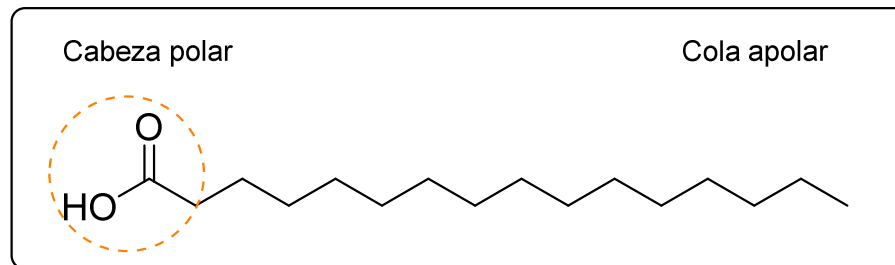
Ácido graso	Fórmula	Masa molar (g/mol)	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
Ác. Linoleico	$C_{18}H_{32}O_2$	280,45	-5	229,5
Ác. Linolénico	$C_{18}H_{30}O_2$	278,44	-11	231
Ác. Oleico	$C_{18}H_{34}O_2$	282,47	16	286
Ác. Palmitoleico	$C_{16}H_{30}O_2$	254,42	1	210
Ác. Esteárico	$C_{18}H_{36}O_2$	284,48	71	360
Ác. Palmítico	$C_{16}H_{32}O_2$	256,43	63	350



Introducción: propiedades de aceites vegetales

Características de los aceites vegetales :

- Los ácidos grasos son insolubles en agua o hidrofóbicos.
- La cadena larga del hidrocarburo (C16, C18) es apolar.
- El otro extremo, la función ácido carboxílico al ser polar es hidrofílica.
- Por lo tanto, las moléculas de ácidos grasos son heteropolares, y por lo tanto generan una capa en la superficie de agua, o pequeñas micelas dentro del agua.





Introducción: propiedades de aceites vegetales

Aceite usado como residuo:

- Los aceites son un alimento fundamental de la dieta, muy utilizados en nuestra alimentación.
- Cuando cocinamos los aceites se obtienen temperaturas muy altas y debido a eso y a la cantidad de agua que contienen los alimentos, cambian las propiedades químico-físicas orgánicas de los aceites.
- Como consecuencia se hidrolizan los ésteres y se forman radicales libres.
- El aceite se degrada cuando se reutiliza y se convierte en un residuo.
- La legislación (OMAM 304/2002) dice que estos aceites vegetales usados son de tipo LER 200125.



Introducción: propiedades de aceites vegetales

- **Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) dice así:** *“Por su especial relevancia y posibilidades de reciclaje, el Plan prevé la recogida selectiva de los aceites y grasas vegetales de origen domestico e industrial asimilado, mediante la dotación de contenedores específicos, campañas de sensibilización y establecimiento de acuerdos con empresas especializadas en su tratamiento y reciclaje. El Plan se fija como **objetivo** alcanzar una **tasa de recogida y reciclado de los residuos de aceites vegetales del 50%** antes del 31 de diciembre del año **2002** y **del 80%** antes del 31 de diciembre del año **2006**. Como ya se ha indicado, se impulsará que los residuos específicos domésticos, por sus singulares características, se separen del resto de residuos urbanos para proceder a su posterior reciclaje o valoración, a través de sistemas tales como, Puntos Limpios, recogidas especiales puerta a puerta, acuerdos voluntarios..... La ley 10/98 de residuos, establece: el poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentran en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad.*
- **La ley en su artículo 11 dice:** *...Los poseedores de residuos estarán obligados, siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos, a entregarlos a un gestor de residuos, para su valorización o eliminación...*
- **Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR):***...Valorización energética, en forma de biodiesel, de los siguientes porcentajes de aceites vegetales usados. Para el año 2010 el 80 % se tiene que transformar en biodisel y para el 2015 el 90%.*
- **Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022:***...para 2020, la valorización energética podría alcanzar hasta el 15% de los residuos municipales generados, mediante: la preparación de combustibles...*



Introducción: propiedades de aceites vegetales

Razones para recoger el aceite:

- Se le da una utilidad al aceite usado, una manera de reciclar.
- Se evita que el aceite utilizado vaya por el fregadero.
- Se reduce la contaminación de las aguas.
- Se facilita el proceso en las depuradoras.



Introducción: propiedades de aceites vegetales

Problemas que produce el aceite en las depuradoras:

- El aceite doméstico que no se recoge acaba en las depuradoras (EDAR).



Esos aceites aumentan el coste de tratamiento de las aguas.

EDAR Llobregat y Besós
(2008): 231€/Tn
1 L aceite usado, 2,5 €.

1 L de aceite contamina 1000 L de agua.



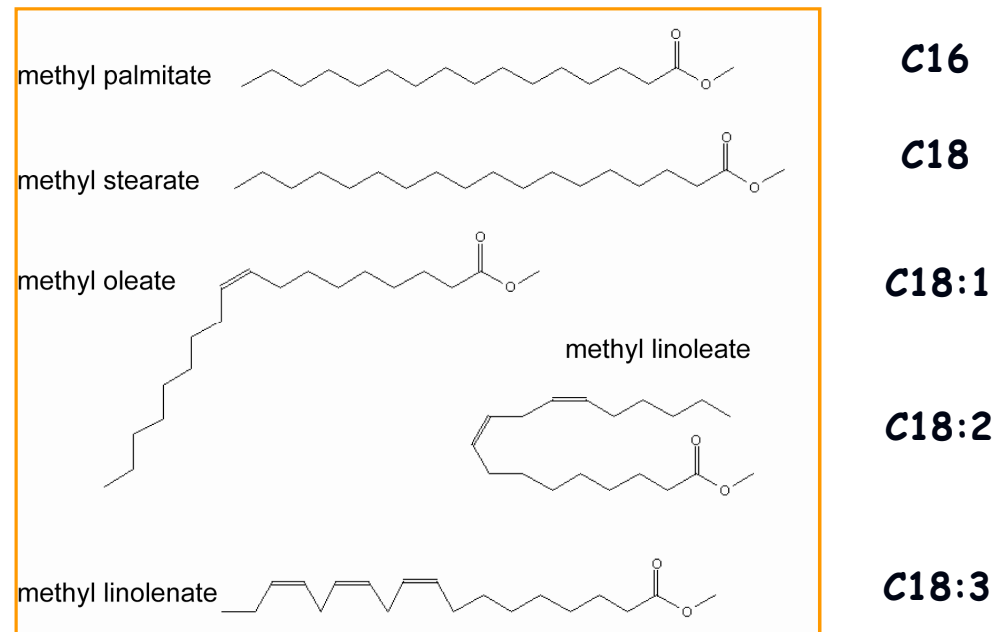


Obtención de Biodiesel a partir de aceites vegetales usados



Biodiesel: definición

- El biodiesel es un **combustible** que proviene de **fuentes de lípidos renovables** (de aceites vegetales o grasas animales).
- Son **monoalquil ésteres** de ácidos grasos de cadena larga.
- **FAME: fatty acid methyl esters**





Fuentes de Biodiesel



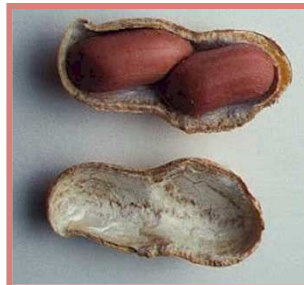
■ Aceites vegetales

- Girasol
- Cereal
- Semillas de algodón
- Vaina de Soja
- Cacahuete
- Palma
- Colza



■ Aceites usados de cocina

■ Grasas animales.





Características del Biodiesel

- El Biodiesel se puede utilizar en **cualquier vehículo** que funcione con **gasoil**.
- **El rendimiento y consumo** es igual que el de un motor que utiliza gasoil.
- Es un combustible que proviene de fuentes renovables.

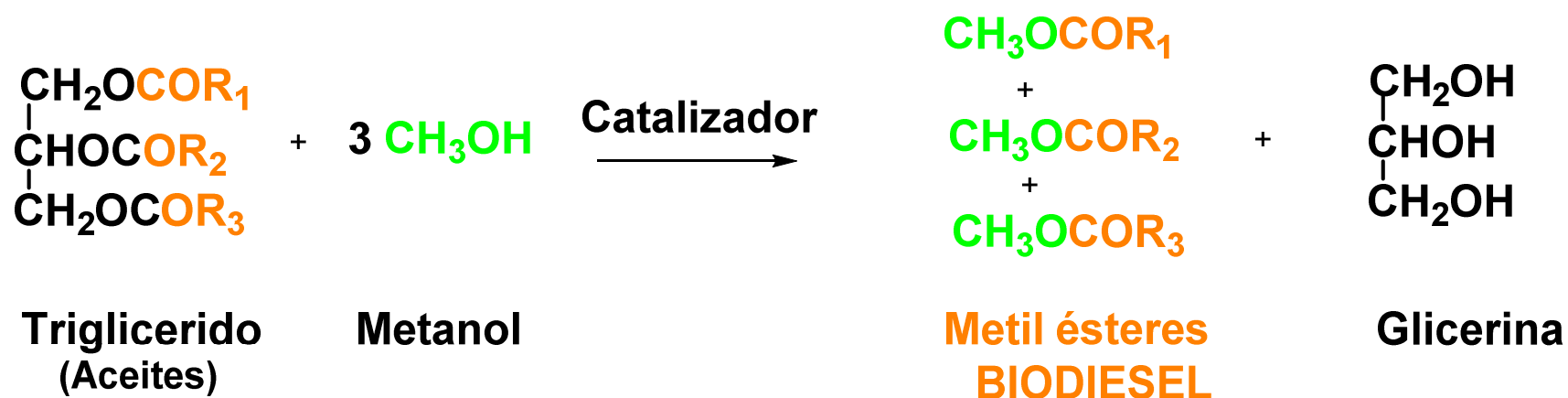


Transesterificación: metanolisis

- El biodiesel se obtiene por **transesterificación** en medio básico de aceites o grasas con alcoholes.
 - Con metanol: **metanolisis**.
 - Con etanol: **etanolisis**.
- Ventajas del metanol:
 - Más económico que el etanol
 - Conversión alta (98%)
 - Tiempos de reacción cortos



Transesterificación: metanolisis



<https://www.youtube.com/watch?v=fSXtq2NU56c>



Transesterificación: metanolisis

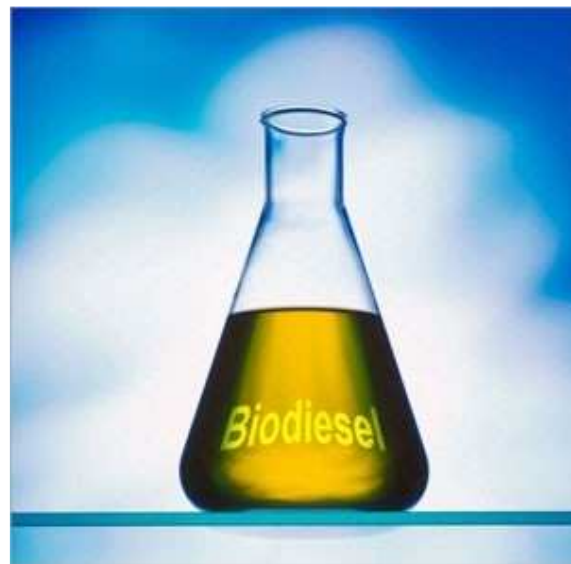
Condiciones de reacción:

- Agitación: 600 rpm.
- $T^a < 65^{\circ}\text{C}$
- Una hora.

} → $\approx 100\%$ Rdto



Biodiesel + Glicerina

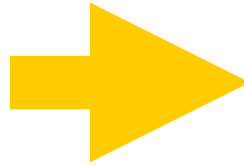


Biodiesel



Transesterificación: metanolisis

35 mL metanol
+
1 g Catalizador
+
100 g aceite



96,5 g biodiesel
+
10,5 g glicerina



Transesterificación: metanolisis

■ CATALIZADOR:

Se emplea un catalizador **básico**. Con ácidos la reacción es más lenta.

Los más empleados:

- Metóxido sódico (**NaOCH₃**)

- Metóxido potásico (**KOCH₃**)

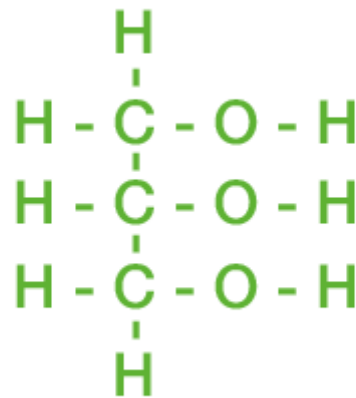
Para la obtención de estos catalizadores, se emplea MeOH y NaOH o KOH.





Problemas del Biodiesel: Glicerina

- En esta reacción se obtiene también **glicerina**, que se separa fácilmente por extracción. La glicerina tiene un gran número de aplicaciones industriales (cosméticos, farmacia, síntesis de polímeros, como anticongelante...).
- Problema: se generan grandes cantidades.





Problemas del Biodiesel

- En la mayoría de los motores Diesel no se puede utilizar 100% de biodiesel, ya que disuelve las piezas de goma y caucho del circuito de combustible.



Para evitar esto, hay que realizar modificaciones en los motores, empleando plásticos que no sean solubles en el biodiesel.



Problemas del Biodiesel

- **El Biodiesel limpia la suciedad de los motores y lo acumula en los filtros.**
- **El Biodiesel es más viscoso que el diesel, por tanto no es manejable a temperaturas bajas.**
- **El Biodiesel se congela 2-3°C antes que los combustibles derivados del petróleo.**
- **El “Biodiesel” que se vende en las gasolineras tiene la siguiente composición: 10-20 % éster metílico (biodiesel) y 90-80 % diesel.**



Problemas del Biodiesel

PROPIEDADES	ACEITE	BIODIESEL	GASOIL
Densidad a 15°C (kg/L)	0.96	0.883	0.84
Indice de Cetano	31.8-36	49-52.5	48-51.5
Punto de inflamación (°C)	-	118	64
Viscosidad a 20°C (cSt)	77.8	7.5	4.2
Poder calorífico (kJ/kg)	39000	40000	45000
Azufre (% en peso)	0.01	0.01	0.5



Propiedades del Biodiesel

- Propiedades que tiene que tener el Biodiesel para cumplir la norma EN14214 .

Propiedad	Unidades	Límites		Método
		Mínimo	Máximo	
Contenido en éster	% (m/m)	96.5		EN14103
Densidad a 15°C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675
Viscosidad a 40°C	mm ² /s	3.5	5.0	EN ISO 3104
Flash Point	°C	120	-	prEN ISO 3679
Azufre	mg/kg	-	10,0	prEN ISO 20846
Residuo Carbonoso	% (m/m)	-	0,30	EN ISO 10370
Número Cetano		51.0		EN ISO 10370
Cenizas sulfatadas	% (m/m)	-	0.02	ISO 3987
Agua	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Contaminación Total	mg/kg	-	24	EN 12662
Corrosión Cu (3 hr./50°C)		Clase 1		EN ISO 2160
Estabilidad a la Oxidación. 110°C	Hr	6.0	-	EN 14112
Acidez	mg KOH/g		0.50	EN 14104
Índice de Yodo	mg yodo/100 g		140	EN 14111
Ester metílico del ácido linolénico	% (m/m)		12.0	EN 14103
Esteres metílicos poliinsaturados (>=4 dobles	% (m/m)		1	
Metanol	% (m/m)		0.20	EN 14110
Monoalcoholes	% (m/m)		0.80	EN 14105
Dialcoholes	% (m/m)		0.20	EN 14105
Triálcoholes	% (m/m)		0.20	EN 14105
Glicerol libre	% (m/m)		0,02	EN 14105
Glicerol total	% (m/m)		0.25	EN 14105
Metales grupo I	mg/kg		5,0	EN 14108



Procedimiento experimental para la obtención de Biodiesel

- Empleando 0,25 L de aceite usado, cuanto KOH y MeOH hay que emplear?

Datos:

- Densidad del aceite usado: 0,9 g/mL
- Triglicerido (aceite) P.m.: 842 g/mol
- Ester metílico (biodiesel) P.m.: 282 g/mol; densidad: 0,8 g/mL
- MeOH P.m.: 32 g/mol; densidad: 0,8 g/mL
- Glicerina P.m.: 92 g/mol; densidad: 1,26 g/mL
- Estequiometría de la reacción: Aceite:MeOH 1:6 (en exceso)
- Aceite:KOH 100:1



Procedimiento experimental para la obtención de Biodiesel

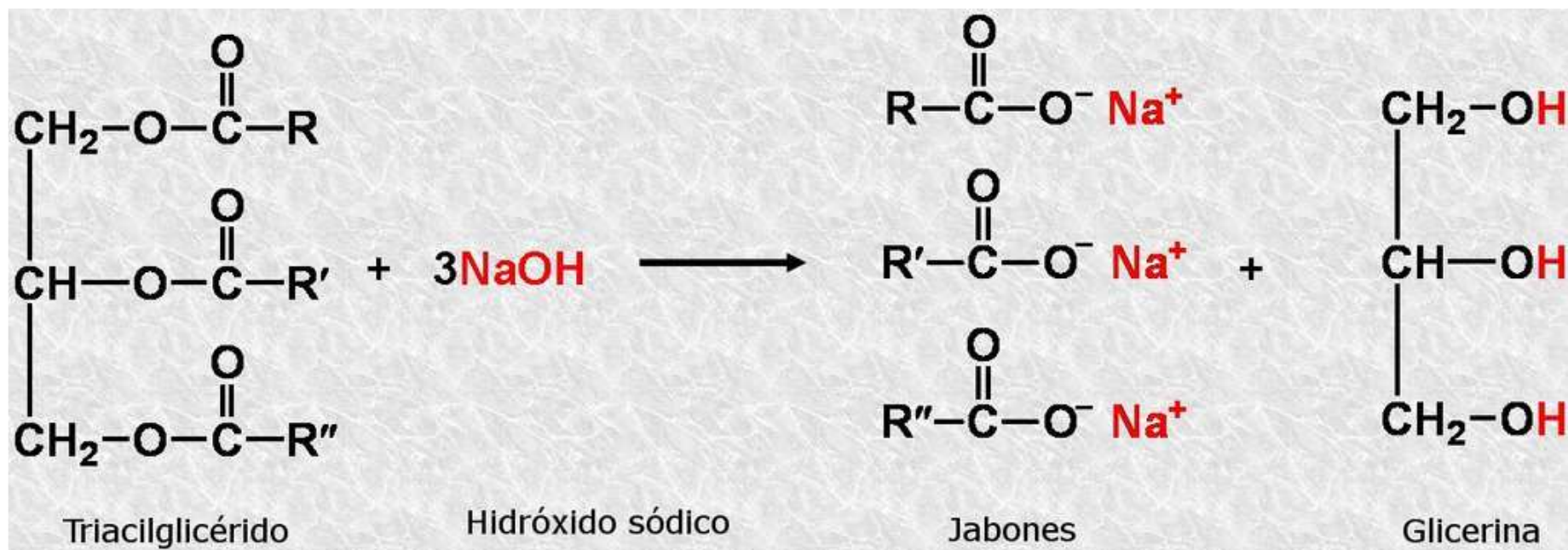
- Filtrar 250 mL de aceite reciclado y recogerlo en un erlenmeyer de 0,5 L.
- Se pone en la placa agitadora y se calienta a 50-60°C. Se pone el termómetro.
- Cuando la mezcla está caliente se añade la disolución de KOH en MeOH. (2,25 g KOH, 64 mL de MeOH)
- Se deja agitando 30 minutos para que ocurra la reacción
- La mezcla de reacción se pasa a un embudo de decantación de 0,5 L para que se separen bien las fases.
- La fase de abajo, la glicerina, se extrae y se guarda en un recipiente.
- La fase de arriba se guarda en otro recipiente.
- Se comprueba que el biodiesel obtenido es un combustible.

[Frijitu-olioarekin biodiesel egiten](#)





Reacción de saponificación:





Procedimiento experimental para la obtención de jabones

- Disolver 83 g de NaOH en 0,5 L de H₂O.
- Remover durante 5 minutos.
- Añadir 0,5 L de aceite usado y remover **en la misma dirección**.
- Echar en un molde y dejar secar.
- Al de 2 días se corta y se deja secar para eliminar la sosa (NaOH).





Bibliografía

Aparato para la obtención de Biodiesel en casa:

<http://www.youtube.com/watch?v=J4Wfsgob3gk>

- E.Minami, S.Saka: “Kinetics of hydrolysis and methyl esterification for biodiesel production in two-step supercritical methanol process” Fuel, 2006.
- S.Zheng, M.Kates, M.A.Dubé, D.D.McLean: “Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil” Biomass and Bioenergy, 2005.
- J. M. Encinar, J.F. González, A. Rodríguez-Reinares: “Biodiesel from used frying oil. Variables affecting the yields and characteristics of the biodiesel”. Industrial & Engineering Chemistry Research, American Chemical Society, 2005.
- F.D.Torossi Baudino: “Reacciones en contexto: la transesterificación en la producción de biodiésel a partir de aceite de fritura usado” Anales de química, 43-49, 102 (3), 2006.



Bibliografía

- M. Mittelbach, C. Remschmidt: "Biodiesel- The comprehensive Handbook, Austria 2007.
- "Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de ciclo de vida comparativo del biodiesel y del diesel. Energía y cambio climático." Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación y Ciencia, 2006, Ciemat.
- F.Mijangos, E. Olivares, G. Bueno, E. Anakabe, S. Arrasate. "Transesterifikazioak. Biodieselak. Nola lortu biodiesela sukaldeko olioak erabiliz?" 2011, UEU. Inprentan.
- National Biodiesel Board: www.biodiesel.org
- 2004 Biodiesel Handbook: www.nrel.gov/vehiclesandfuels/npbf/feature_guidelines.html
- Energy Policy Act : www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/epact
- Fuel Economy Guide: www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm
- Alternative Fuels Data Center: www.eere.energy.gov/cleancities/afdc
- Clean Cities Program: www.eere.energy.gov/cleancities