

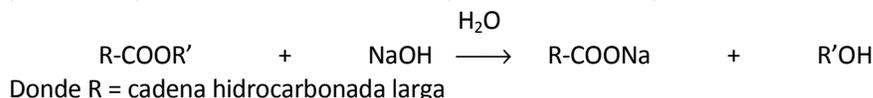
## PRÁCTICA 5. SAPONIFICACIÓN: OBTENCIÓN DE JABÓN

### OBJETIVO

Ejercitar técnicas de laboratorio de síntesis orgánica: formación de jabón mediante la reacción de una base fuerte (hidróxido de sodio) con una grasa animal o un aceite vegetal.

### INTRODUCCIÓN

Cuando la hidrólisis de un éster se lleva a cabo con una base fuerte, como el KOH o el NaOH, los productos que se obtienen son el correspondiente alcohol y la sal del ácido carboxílico.



La hidrólisis básica también se llama saponificación por su relación con la hidrólisis de las grasas o aceites con NaOH, que se emplea para hacer jabón. El ácido carboxílico que se produce durante la hidrólisis reacciona con la base fuerte y se convierte en el correspondiente ión carboxilato.

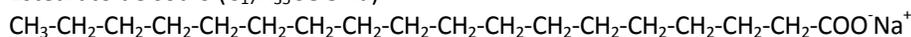
Los jabones naturales son sales sódicas o potásicas de ácidos grasos, ácidos orgánicos con largas cadenas de hidrocarburos. La fórmula general de un jabón se puede expresar como:  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO}^-\text{Na}^+$ , donde n tiene valores comprendidos entre 9 y 17, aunque pueden llegar a estar entre 3 y 21.

El NaOH forma un jabón sólido que se puede moldear con la forma que se desee, mientras que el KOH forma un jabón líquido más suave. Los aceites poliinsaturados forman jabones más blandos.

La característica principal del jabón es la presencia de dos zonas de distinta polaridad: la hidrofílica, que es fuertemente atraída por las moléculas de agua y que se localiza en torno al grupo carboxilo, y la hidrofóbica, que es poco polar y que se mantiene lejos de las moléculas de agua, ubicada en el extremo más alejado de la cadena hidrocarbonada.

Una molécula de jabón, como el estearato de sodio, tiene una cabeza polar y un largo cuerpo de hidrocarburo, que es apolar.

Estearato de sodio ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ )



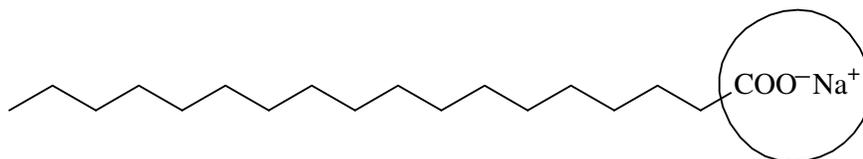
Cuerpo hidrofóbico

Cabeza hidrofílica

acción

del

de la  
dual



Cuerpo hidrofóbico

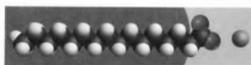
Cabeza hidrofílica

La  
de  
limpieza  
jabón es  
resultado  
naturaleza  
del cuerpo

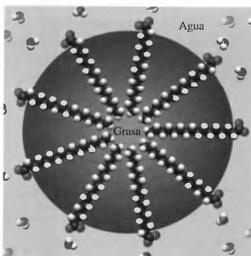
hidrofóbico y el extremo con el grupo polar. El cuerpo hidrocarbonado es altamente soluble en sustancias lipófilas, que también son no polares, en tanto que el grupo iónico  $-\text{COO}^-$  permanece fuera de la superficie lipófila.

Las partes hidrofóbicas de las moléculas de jabón se orientan hacia las moléculas de grasa, moléculas poco polares que forman la mayoría de las *manchas*; y las cabezas hidrofílicas son atraídas y permanecen en contacto con el agua. De esta forma, una mancha es rodeada por gran número de iones éster o jabón en una primera capa, que a su vez es rodeada por un enorme número de moléculas de agua que al ser atraídas por moléculas de agua más externas, terminan disgregando la mancha. Cuando una gota de aceite se rodea de suficientes moléculas de jabón, el sistema completo se estabiliza en el agua porque la parte externa es altamente hidrofílica. Así es como se eliminan las sustancias grasas por la acción

del jabón. La eliminación de las pequeñas gotas de grasa suspendidas en el agua se consigue por una acción mecánica, renovando el agua en la fase final de lavado.



Jabón: Sal sódica de un ácido graso



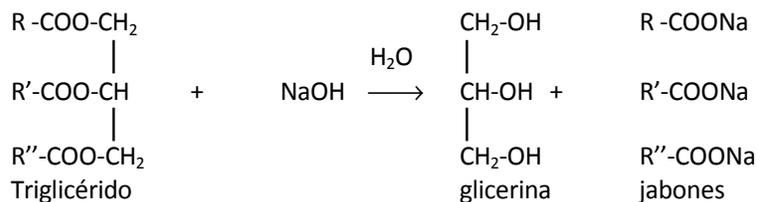
Gota de grasa emulsionada en agua por la acción del jabón.

La utilidad de los jabones está limitada en aguas duras debido a su tendencia a precipitar. El **agua dura** es agua ácida o agua rica en iones de Ca, Mg o Fe. En agua ácida, las moléculas de jabón se protonan y forman los ácidos grasos libres. Este ácido graso (sin carga) flota en la superficie del agua en forma de un precipitado graso. Por otro lado, los iones de Ca, Mg o Fe se combinan con los aniones de los ácidos grasos de los jabones para formar sales insolubles. El efecto es el consumo del jabón sin cumplir su misión, además las sales insolubles se depositan formando costras en las superficies de todos los materiales con los que están en contacto: tejidos, tuberías, etc.

El jabón se preparará a partir de un aceite, que es una mezcla de triglicéridos (grasas): triéster de la glicerina (1,2,3-propanotriol) y ácidos grasos de peso molecular elevado.



Reacción de un triglicérido con hidróxido de sodio, que produce la liberación del alcohol (glicerina) y la formación de sales de tres moléculas de ácidos grasos (carboxílicos), que son los jabones.



Ejemplos de grasas, aceites y sus componentes principales, triglicéridos o ácidos grasos:

Grasa o aceite	Composición
Grasa humana	Tripalmitina, dioleoestearina
Grasa de buey	Dipalmito-oleína, dipalmito-estearina, oleopalmito-estearina, palmito-diestearina
Grasa de cerdo	Ácidos oleico, esteárico, palmítico, láurico, mirístico y linoléico
Aceite de ballena	Ácidos oleico, palmítico, palmito-oléico, araquidónico y clupenodónico
Aceite de oliva	Oleína, linoleína y palmitina
Aceite de palma	Laurina, oleína, miristina y palmitina

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Material

1 Vaso de precipitados de 100 mL  
1 Vaso de precipitados de 250 mL  
1 Probeta graduada de 100 mL

1 Matraz Kitasato de 250 mL  
1 Embudo Buchner  
1 probeta graduada de 25 mL

### Reactivos

- NaOH<sub>(s)</sub>  
- Etanol  
- NaCl

1 Matraz erlenmeyer de 100 mL	1 Vidrio de reloj o placa Petri	- Aceite vegetal
2 dispensadores de 10 mL	2 vasos de precipitados de 50 mL	- Papel pH
1 Probeta graduada de 10 mL	Espátula	
Balanza	Bomba de vacío	
Agitador mecánico con Q e imán	Varilla para agitar	
Varilla caza-ímanes	Papel de filtro	
Baño de hielo		

### Nota de seguridad

La sosa es un producto muy corrosivo e irritante. Debe evitarse el contacto del producto con las manos o cualquier otra parte del cuerpo, especialmente los ojos. En caso de contacto accidental, debe lavarse inmediatamente la zona afectada con abundante agua. Así mismo, debe evitarse el contacto con el jabón formado hasta que se haya lavado exhaustivamente.

### Procedimiento

En un vaso de 250 mL se pesan 25 g de NaCl, se añaden 75 mL de agua y se agita hasta su completa disolución. Se reserva esta disolución. Por otra parte, se pesan 5 g de hidróxido de sodio en un vaso de precipitados (o erlenmeyer) de 100 mL, se añaden 10 mL de agua y 10 mL de etanol y se agita durante 5 minutos. A continuación, se pesan 5 g de aceite en otro vaso de 100 mL, se añade la disolución de NaOH y se agita durante 15 minutos, calentando suavemente (a unos 50°C). Durante este tiempo, se habrá formado una pasta de jabón. Se vierte todo sobre el vaso de 250 mL que contiene la disolución de NaCl, se agita durante 5 minutos y se pone a enfriar en un baño de hielo. El jabón se separa por filtración a vacío en un embudo buchner y se lava con tres porciones de 15 mL de agua fría. El sólido obtenido se seca al aire, se recoge el jabón con una espátula y se deja reposar en el vidrio de reloj.

Finalmente, se comprueba que el producto se comporta como un jabón:

Tomar una pequeña porción de jabón (una punta de espátula) y comprobar si hace espuma al mezclar y agitar con agua.

Tomar otra punta de espátula de jabón y preparar en un erlenmeyer de 100 mL una disolución acuosa del mismo añadiendo unos 25 mL de agua. Medir el pH de dicha disolución con papel indicador.

Poner en un vaso de precipitados de 50 mL una fracción de dicha disolución (unos 5-10 mL) y añadir un volumen equivalente de  $\text{CaCl}_2$  0,01M, agitar y esperar unos minutos. Anotar los cambios observados.

Por otra parte, poner unas gotas de aceite en otro vaso de 50 mL, añadir otra alícuota de la disolución de jabón y agitar. Repetir la operación mezclando el aceite sólo con agua. Comparar el efecto del agua y de la disolución de jabón.

### **ELIMINACIÓN DE RESIDUOS y LIMPIEZA DEL MATERIAL DE LABORATORIO**

Las disoluciones que no se hayan utilizado y los residuos se echarán en los depósitos correspondientes colocados en el laboratorio. Una vez vacíos, todos los recipientes y utensilios deben quedar perfectamente limpios.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Chang, R. 2010. *Química*. 10ª edición. McGraw-Hill
- Reboiras, M.D. 2006. *Química. La ciencia básica*. Thomson Eds. Madrid.
- Timberlake, K.C. 2011. *Química. Una introducción a la Química General, Orgánica y Biológica*. Ed. Pearson Education, Madrid.
- Vollhardt, K.P.C. and N.E. Schore, 2008 *Organic Chemistry: Structure and Function*, 6ª Edición, Ed. W. H. Freeman & Co., New York, 2011. Trad. castellano 5ª Edición, Ed. Omega, Barcelona.
- Wade, L.G. 2004. **Organic Chemistry**, 7ª Edición, Ed. Prentice Hall, 2009. Trad. Castellano 5ª Edición, Ed. Pearson Education, Madrid.