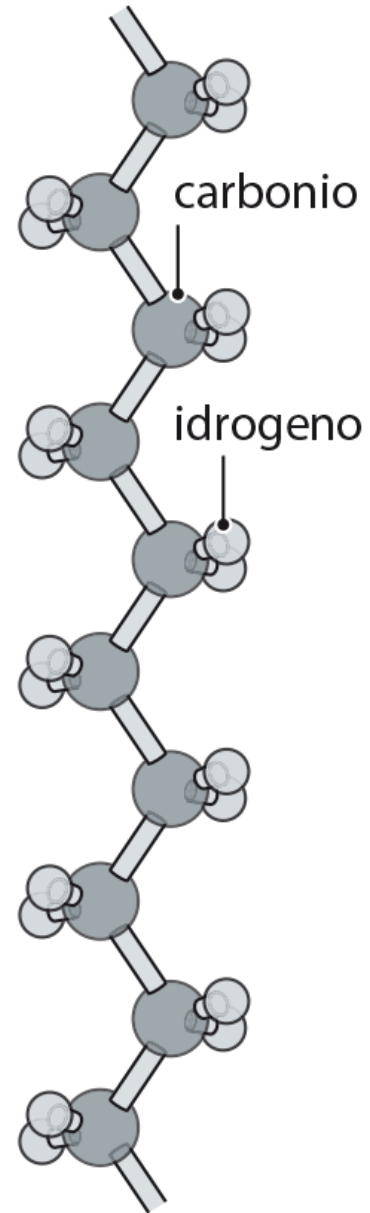
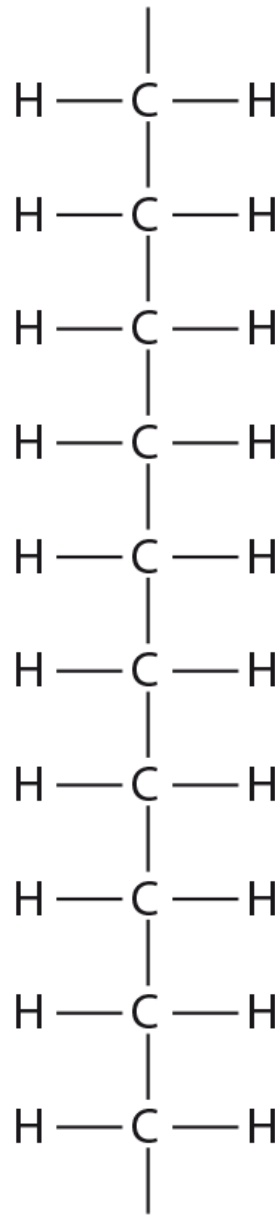


# I lipidi

## OBIETTIVI

- Lipidi gruppo eterogeneo di composti con ruoli biochimici diversi
- Struttura di base di un acido grasso
- Acidi grassi saturi e insaturi
- Acidi grassi in combinazione per produrre triacilgliceroli
- Derivati degli acidi grassi: glicerofosfolipidi e sfingolipidi
- Terpeni, steroli e steroidi
- Funzione eicosanodi e vitamine liposolubili

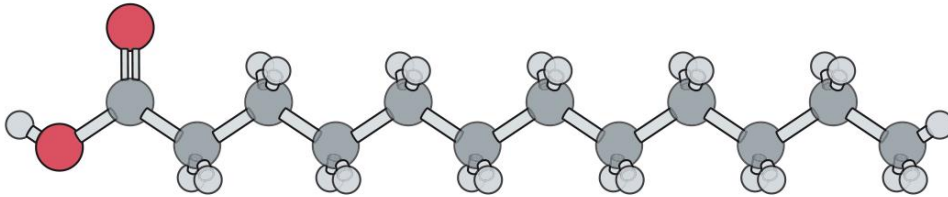
# Porzione di catena idrocarburica



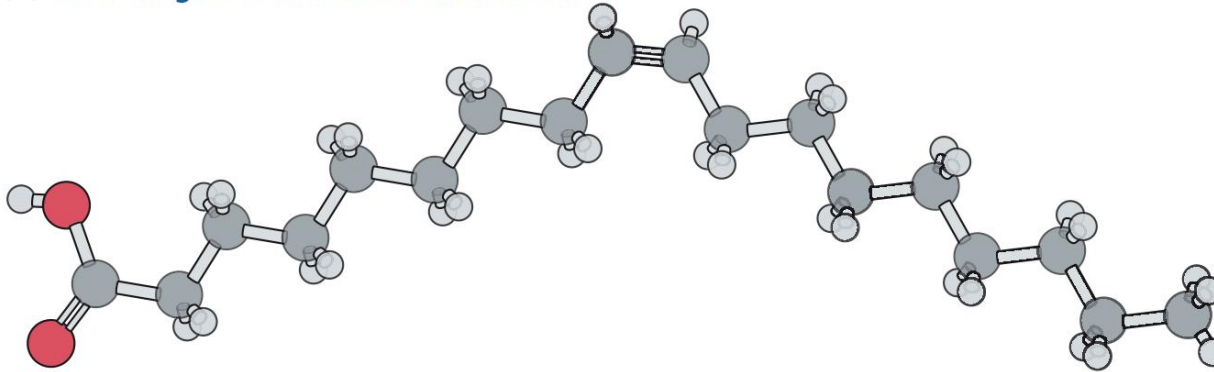


# CONFORMAZIONI DI UN ACIDO GRASSO SATURO E UN ACIDO GRASSO INSATURO

(A) un acido grasso saturo: l'acido laurico



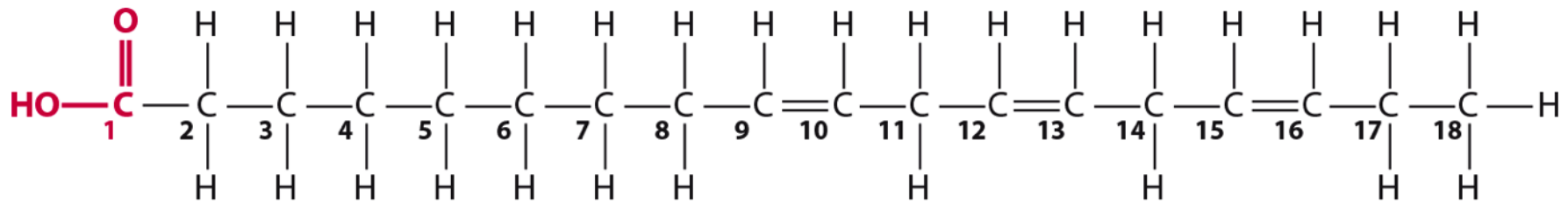
(B) un acido grasso insaturo: l'acido oleico



PUNTO DI FUSIONE  
SUPERIORI A 40° C  
SOLIDI

LIQUIDI

# NUMERAZIONE DEGLI ATOMI DI CARBONIO DI UN ACIDO GRASSO



# Gli acidi grassi più comuni di tipo biologico

TABELLA 9.1 Comuni acidi grassi di tipo biologico

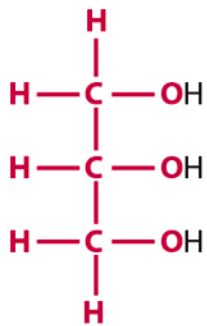
Simbolo <sup>a</sup>	Nome comune	Nome sistematico	Struttura	pf (°C)
<b>Acidi grassi saturi</b>				
12:0	Acido laurico	Acido dodecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	44,2
14:0	Acido miristico	Acido tetradecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	53,9
16:0	Acido palmitico	Acido esadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	63,1
18:0	Acido stearico	Acido ottadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	69,6
20:0	Acido arachidico	Acido eicosanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	77
22:0	Acido behenico	Acido docosanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> COOH	81,5
24:0	Acido lignoceric	Acido tetracosanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> COOH	88
<b>Acidi grassi insaturi (tutti i doppi legami sono in cis)</b>				
16:1 <sub>n-7</sub>	Acido palmitoleico	Acido 9-esadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	-0,5
18:1 <sub>n-9</sub>	Acido oleico	Acido 9-ottadecanoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	12
18:2 <sub>n-6</sub>	Acido linoleico	Acido 9,12-ottadecadienoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	-5
18:3 <sub>n-3</sub>	Acido α-linolenico	Acido 9,12,15-ottadecatrienoico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	-11
18:3 <sub>n-6</sub>	Acido γ-linolenico	Acido 6,9,12-ottadecatrienoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	-11
20:4 <sub>n-6</sub>	Acido arachidonico	Acido 5,8,11,14-eicosatetranoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	-49,5
20:5 <sub>n-3</sub>	EPA	Acido 5,8,11,14,17-eicosapentanoico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	-54
22:6 <sub>n-3</sub>	DHA	Acido 4,7,10,13,16,19-docosaesanoico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> (CH=CHCH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>2</sub> COOH	-44
24:1 <sub>n-9</sub>	Acido nervonico	Acido 15-tetracosenoico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> COOH	39

<sup>a</sup> Numero di atomi di carbonio:numero di doppi legami. Per gli acidi grassi insaturi, la quantità «n-x» indica la posizione dell'ultimo doppio legame dell'acido grasso, dove n è il suo numero di atomi di C, mentre x è la posizione dell'ultimo atomo di C unito da doppio legame contando a partire dall'estremità metil-terminale (ω).

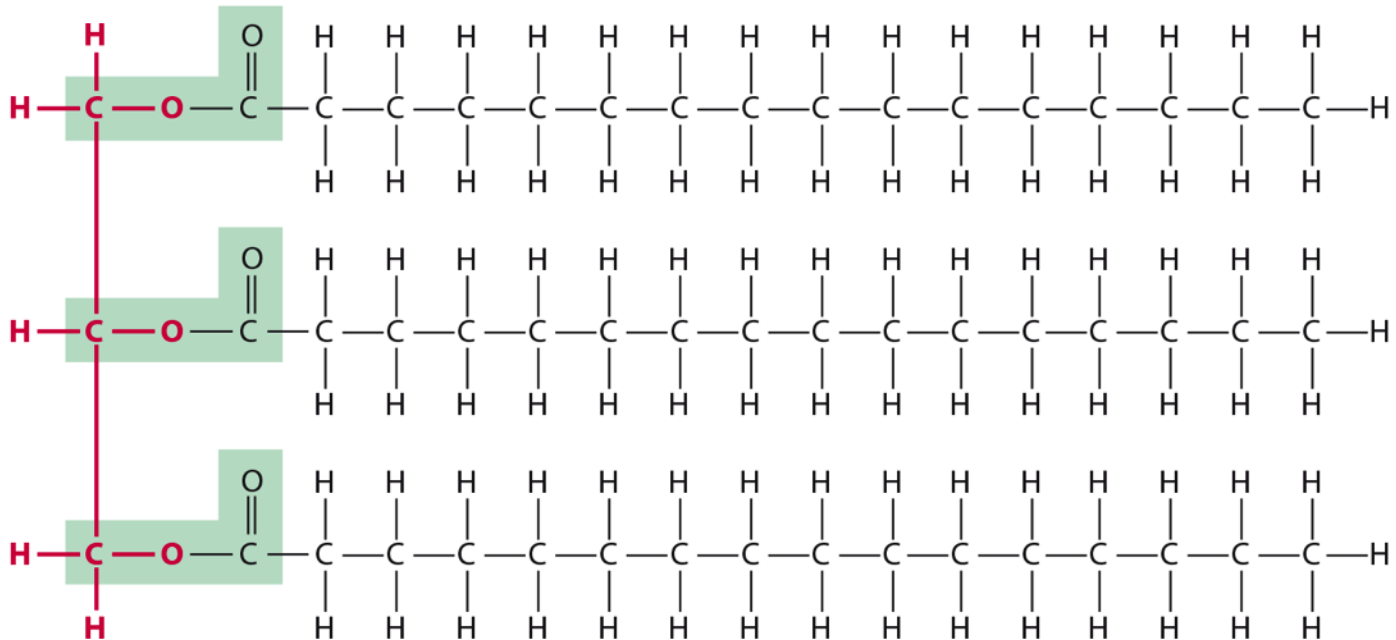
Fonte: LipidBank (<http://www.lipidbank.jp>).

# STRUTTURA DI UN TRIACILGLICEROLO

(A) glicerolo



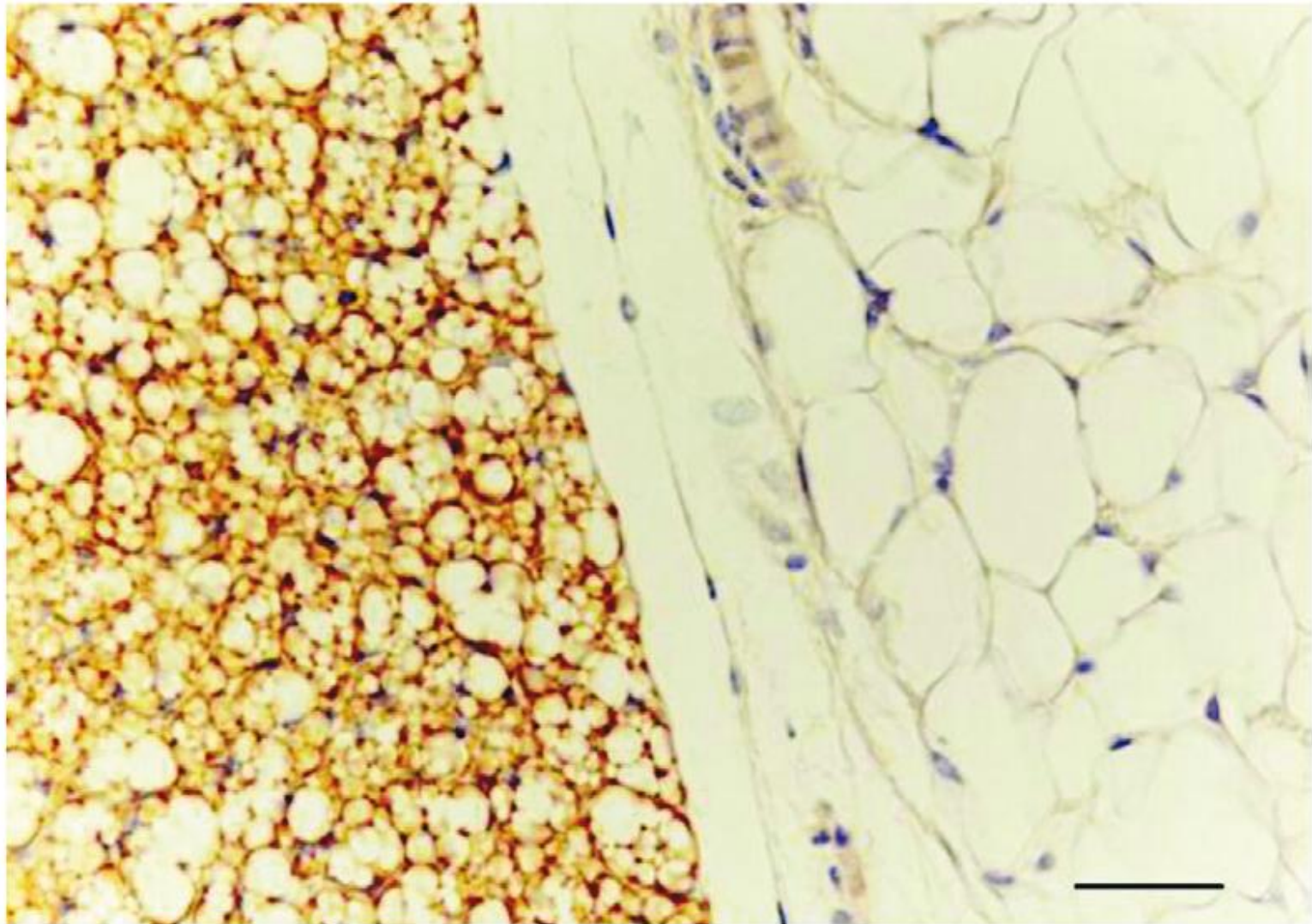
(B) un triacilglicerolo semplice: la tripalmitina

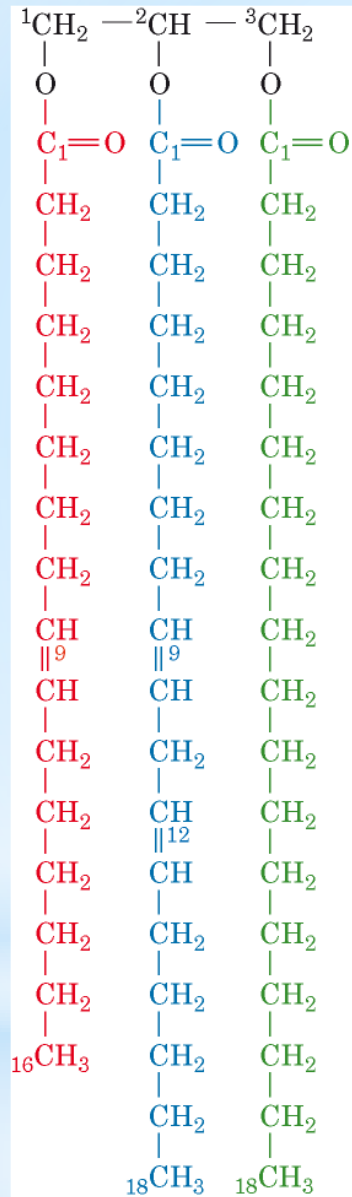


*Molecole di deposito energetico per la maggior parte di animali e piante*

tessuto adiposo bruno

tessuto adiposo bianco

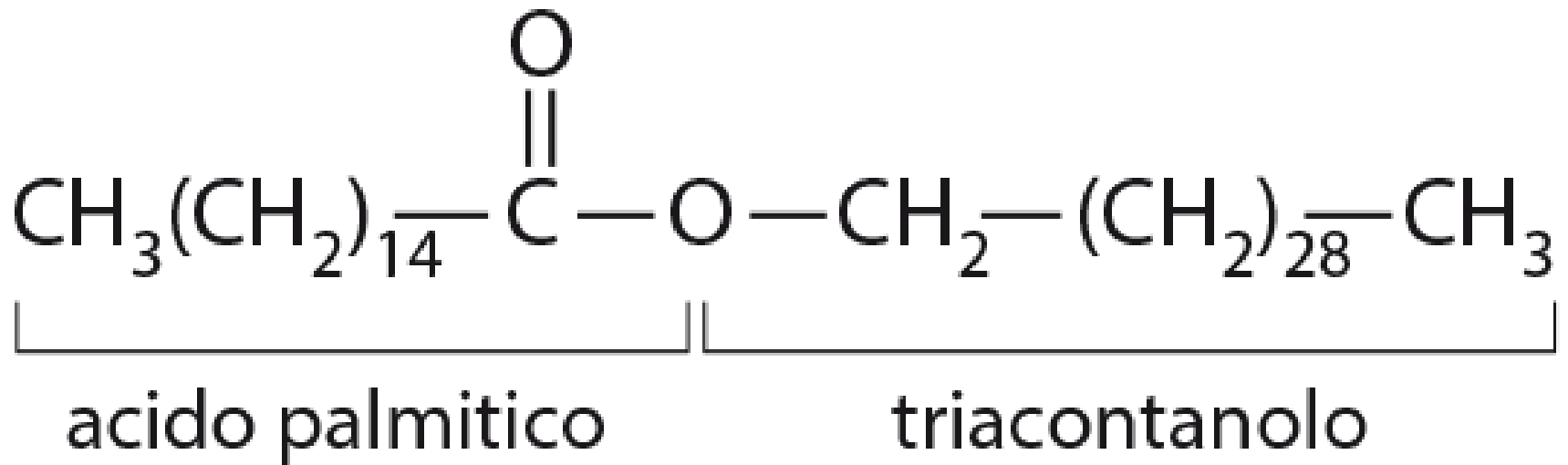




**1-Palmitoleil-2-linoleil-3-stearil-glicerolo**

## NOMENCLATURA DEI TRIACILGLIECEROLI

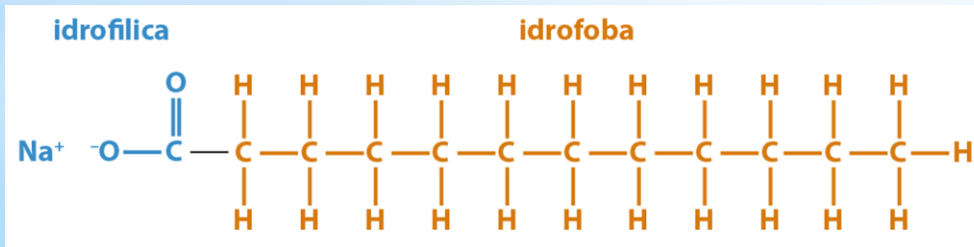
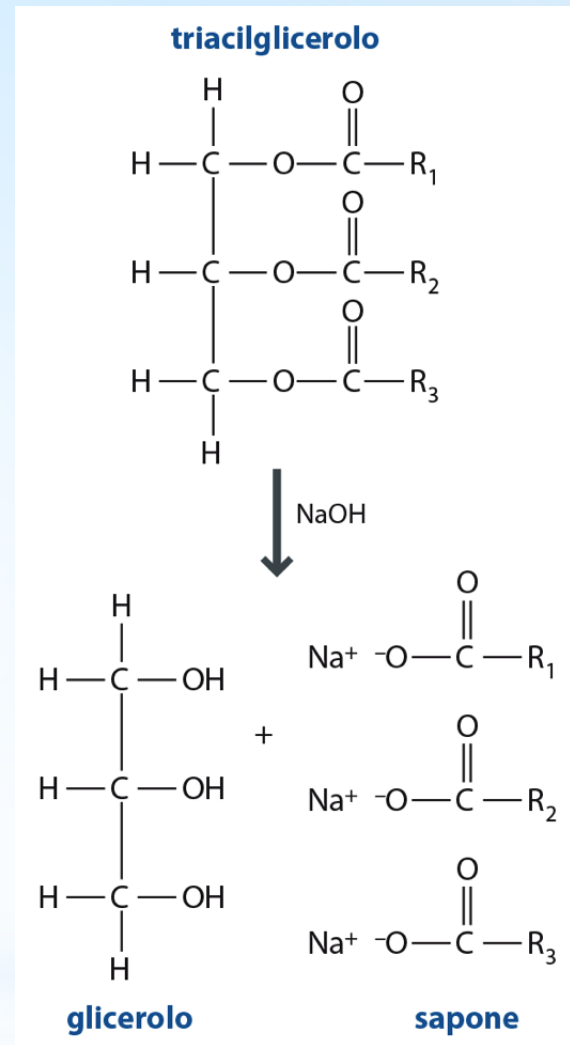
## CERA D'API



REAZIONE TRA UN ALCOL E UN ACIDO GRASSO

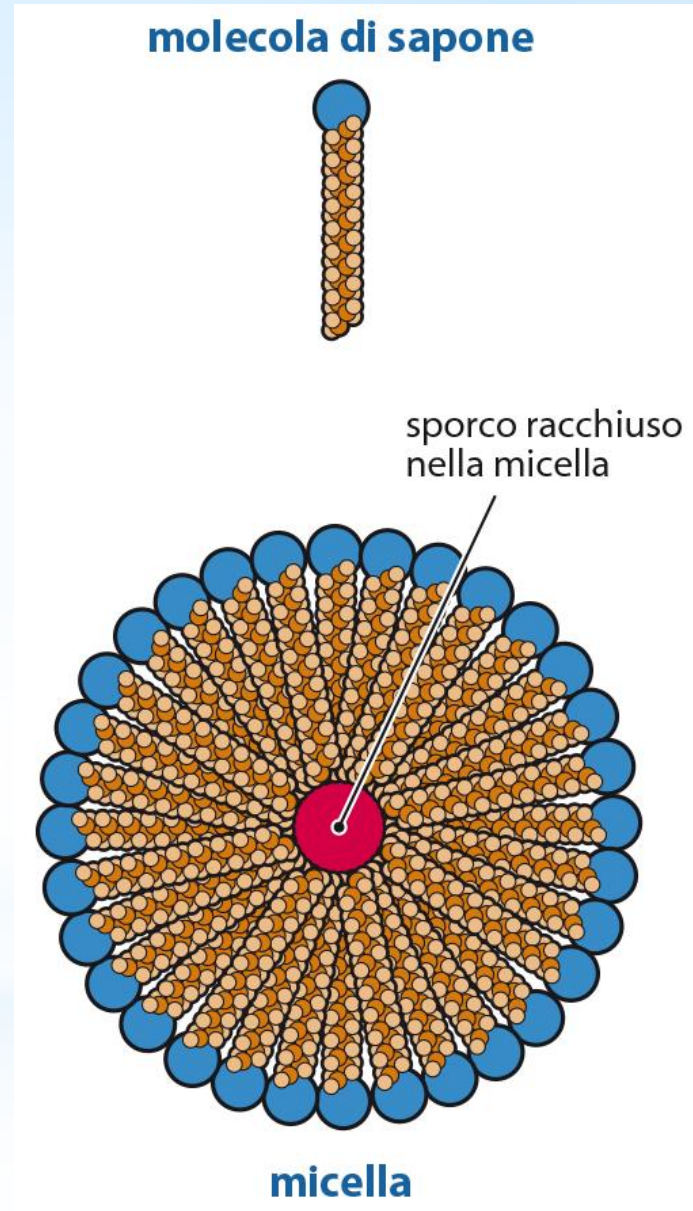
# LA REAZIONE DI SAPONIFICAZIONE

*I saponi sono derivati degli ac grassi che si formano per riscaldamento di un trigliceride in presenza di una base forte come NaOH*



**MOLECOLA DI SAPONE ANFIPATICA**

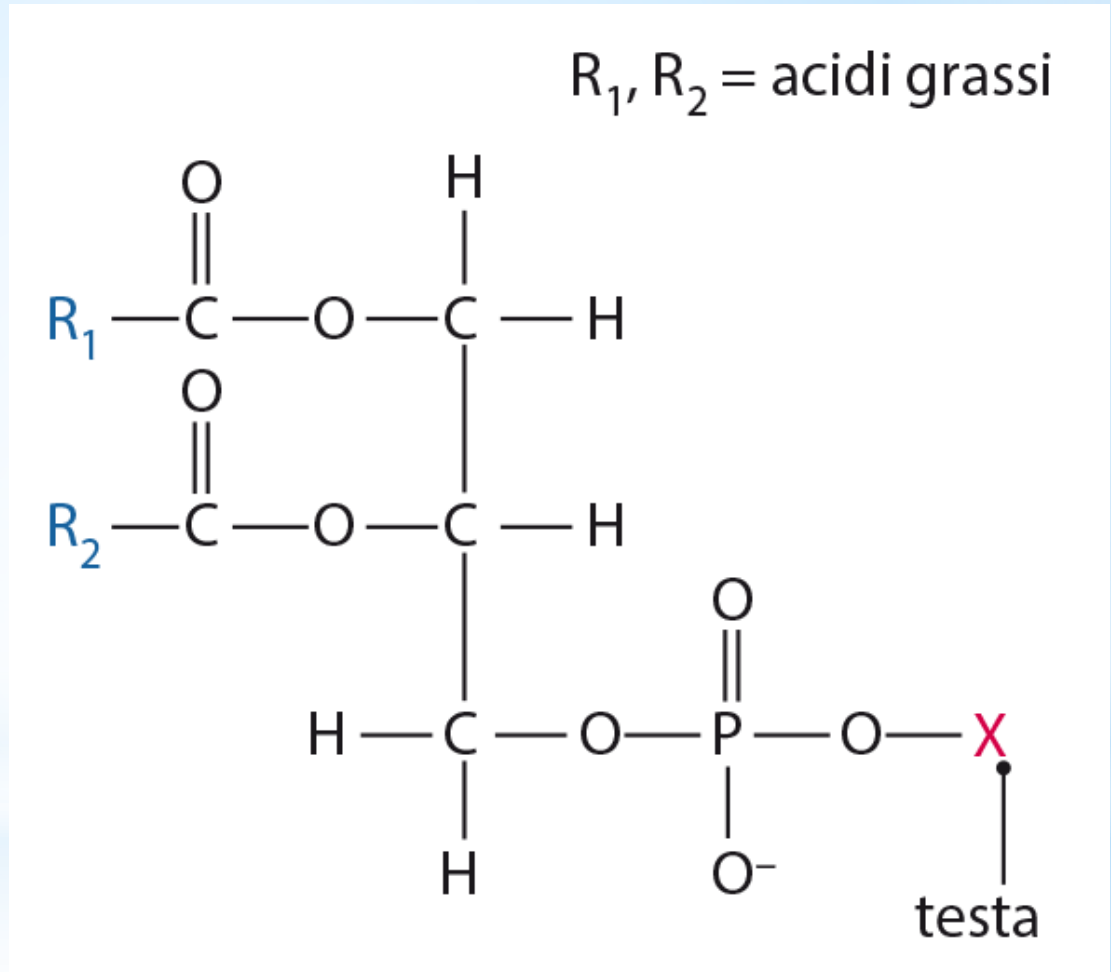
**Le molecole di sapone  
possono formare  
micelle**



# STRUTTURA GENERALE DI UN GLICEROFOSFOLIPIDE

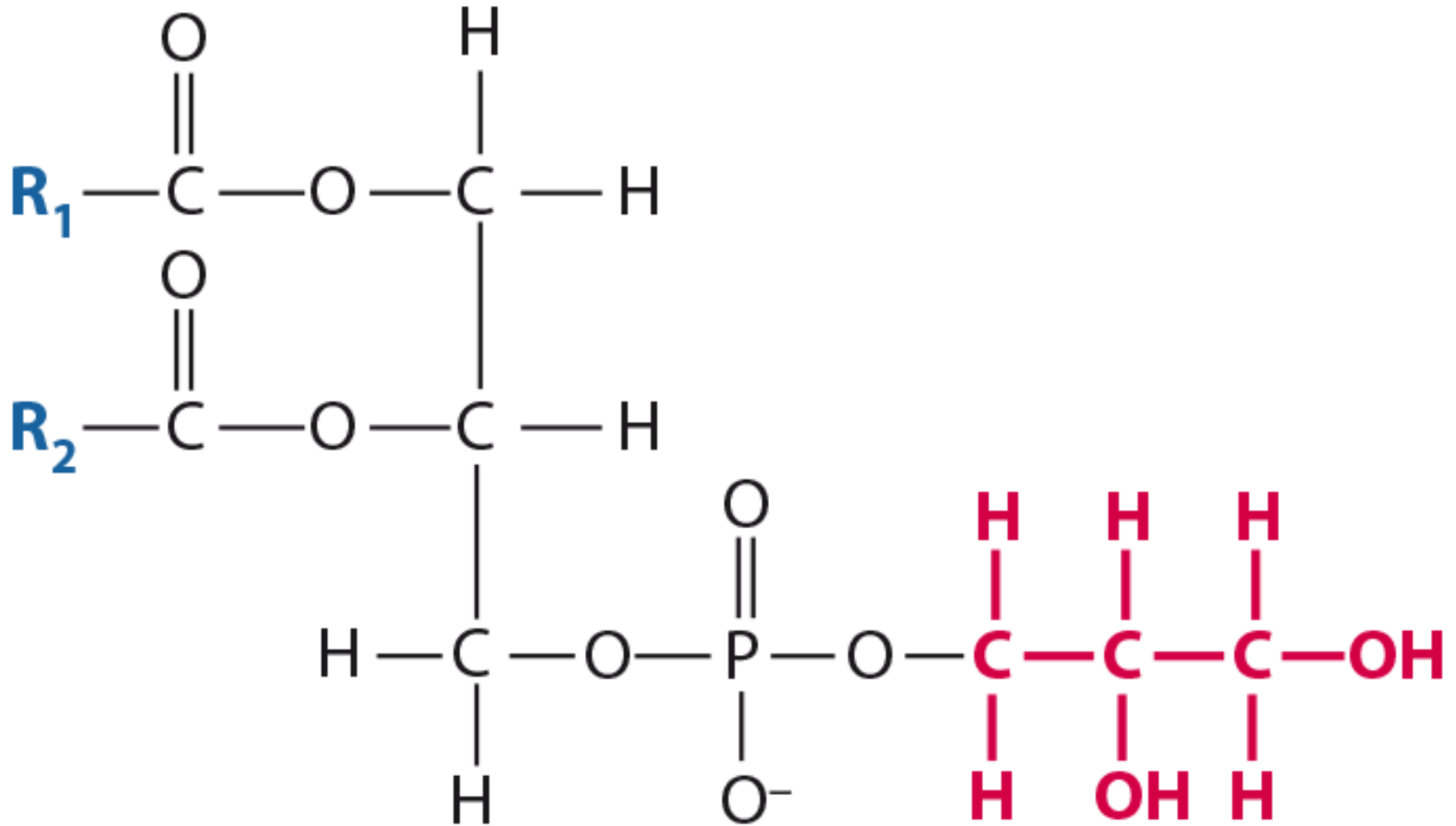
*Un ac. grasso sostituito da un gruppo idrofilo legato al glicerolo mediante un legame fosfo di estere*

*Es: X=H acido fosfatidico*

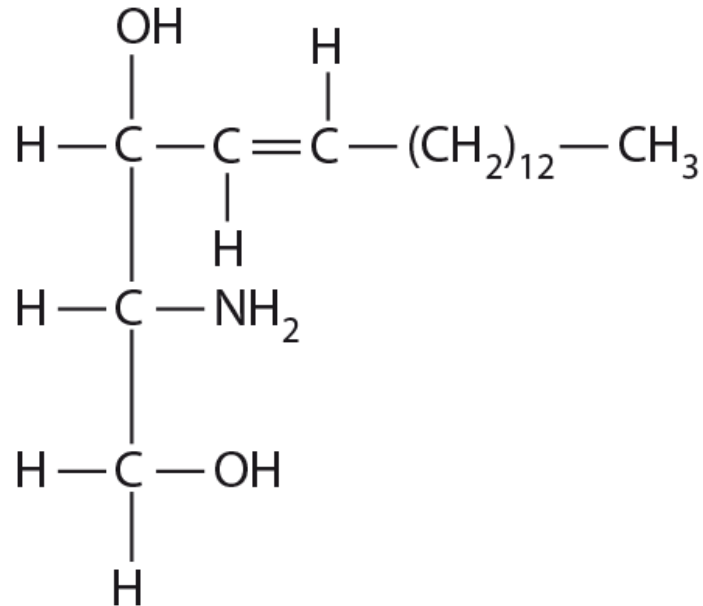


# FOSFATIDILGLICEROLO

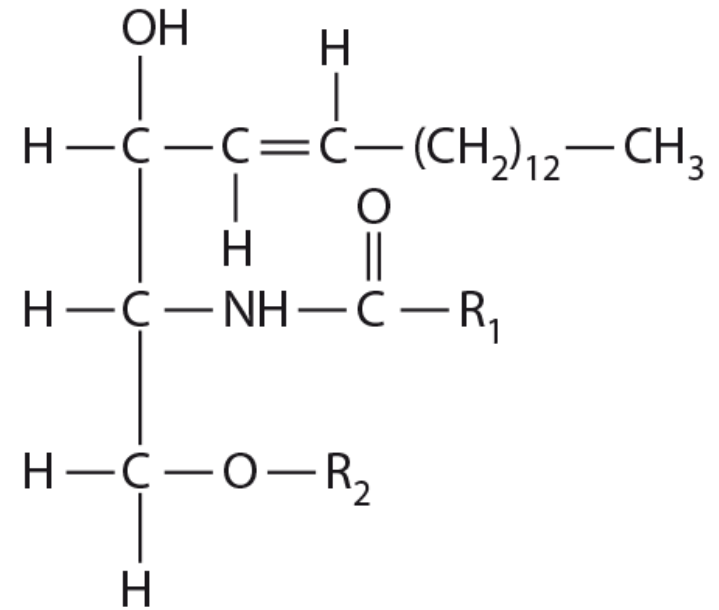
$R_1, R_2 =$  acidi grassi



### (A) sfingosina



### (B) sfingolipide



$R_1$  = acido grasso  
 $R_2$  = testa idrofila

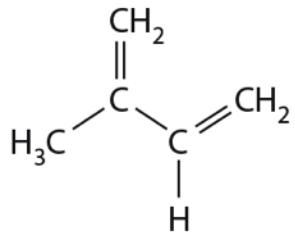
$R_2$  = fosfato FOSFOCOLINA

$R_2$  = zucchero semplice CEREBROSIDI

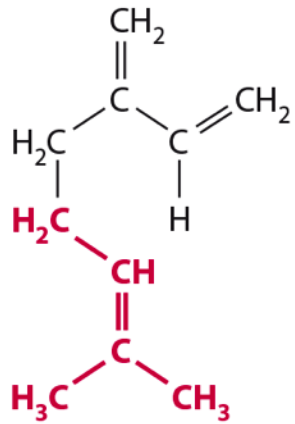
$R_2$  = catene glicidiche complesse GANGLIOSIDI

# TERPENI: in gran parte prodotti dalle piante

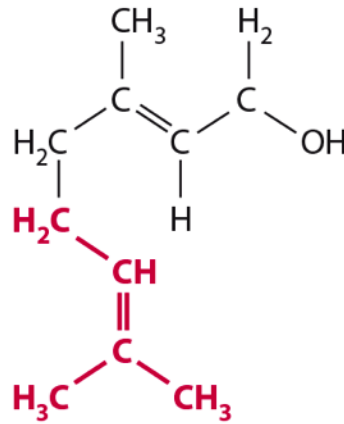
(A) isoprene



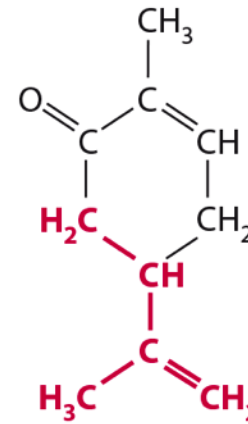
(B) terpeni



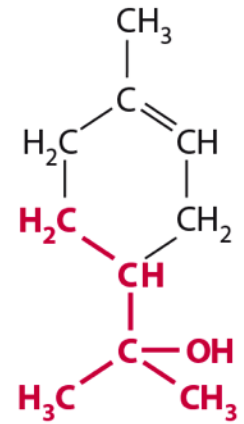
mircene



geraniolo

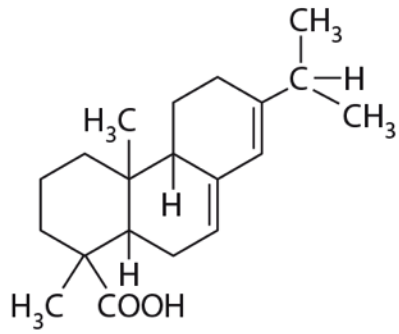


carvone

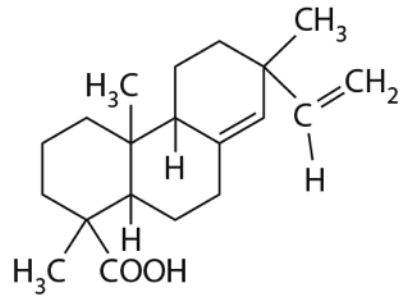


terpineolo

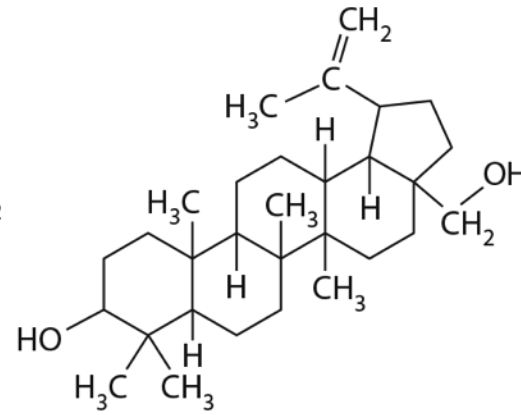
# TERPENI ISOLATI DALLE RESINE DEGLI ALBERI



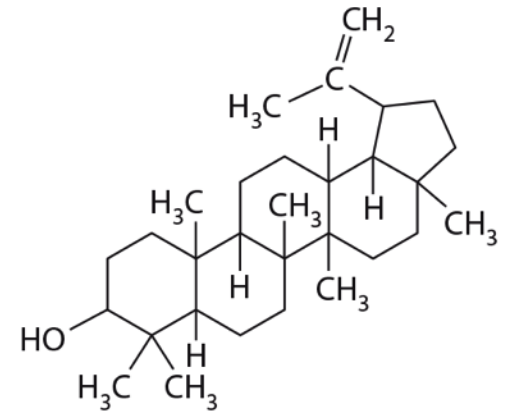
**acido abietico**



**acido pimarico**

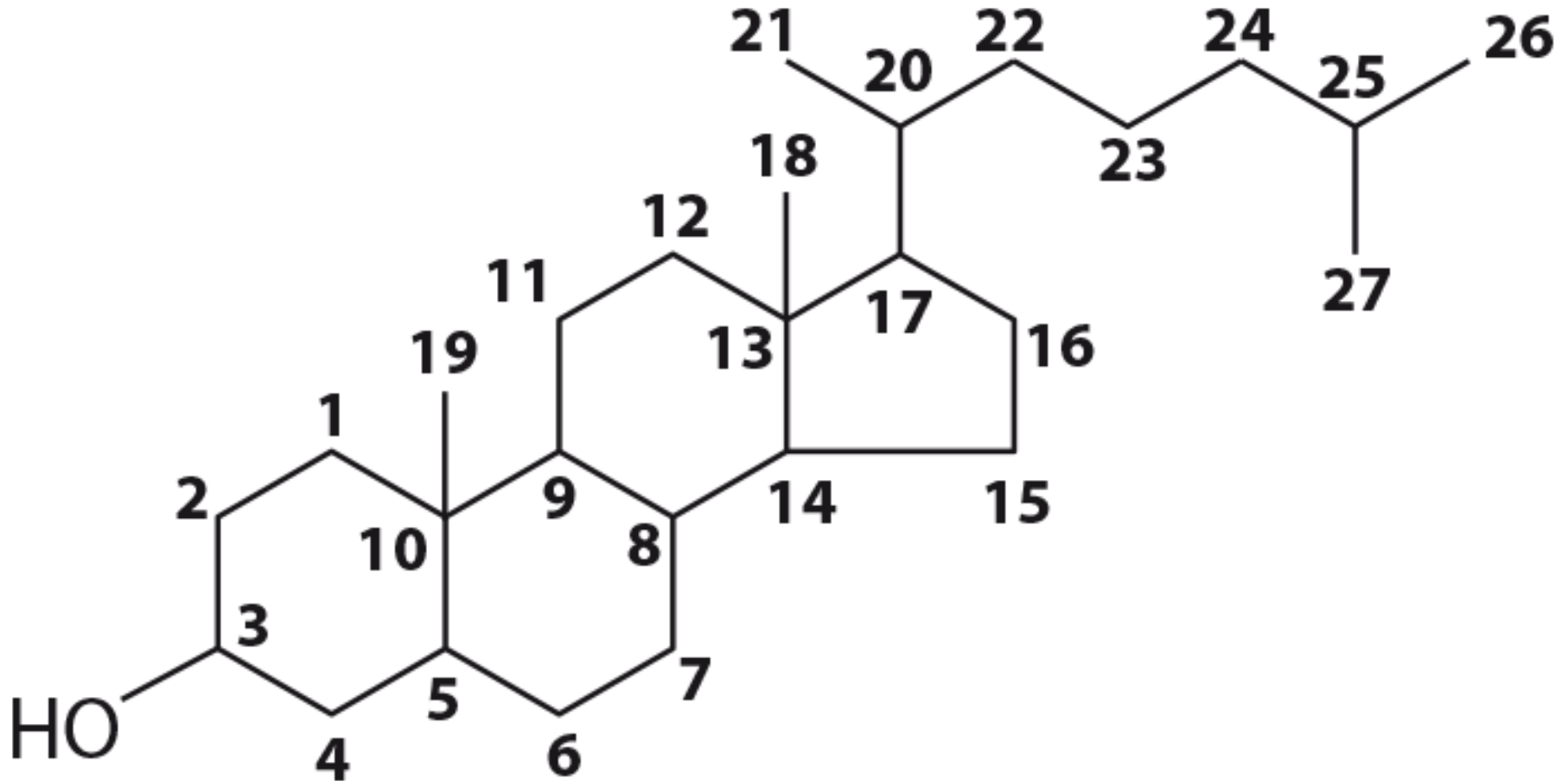


**betulina**

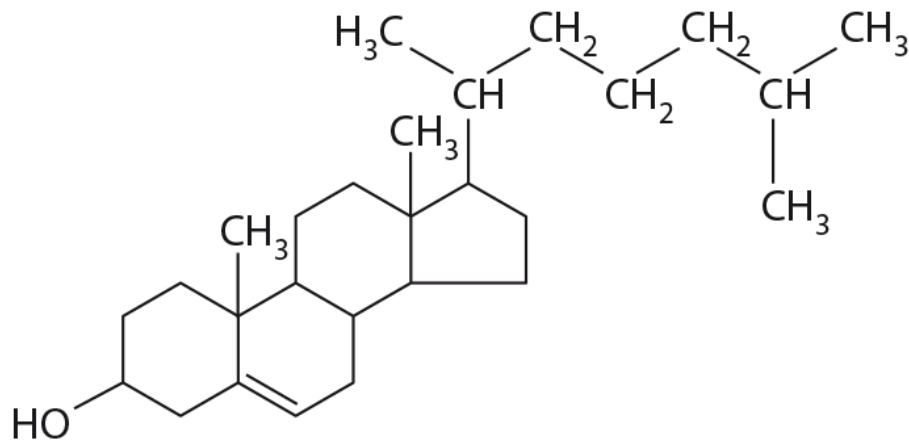


**lupeolo**

# STRUTTURA DI BASE DI UNO STEROLO

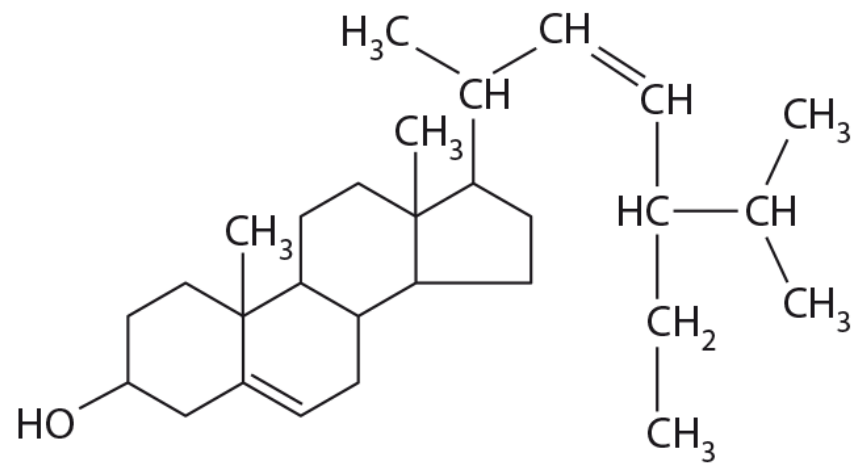


*Gli steroli sono formati dalla ciclizzazione dello squalene, un triterpene costituito da sei unità isopreniche*



**colesterolo**

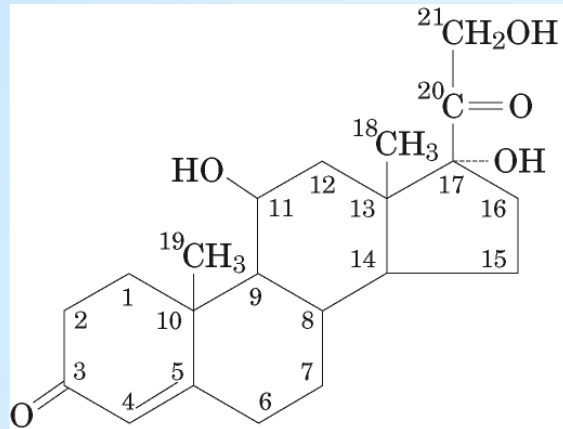
**origine animale**



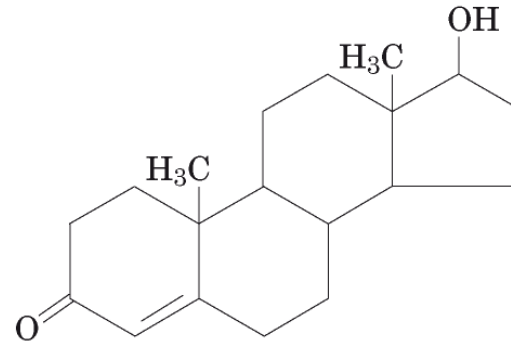
**stigmasterolo**

**origine vegetale**

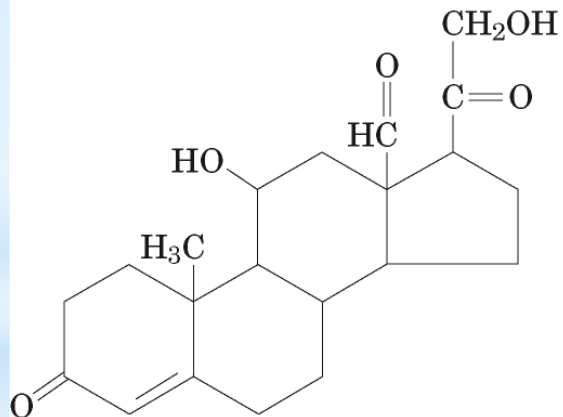
# ESEMPI DI ORMONI STEROIDEI



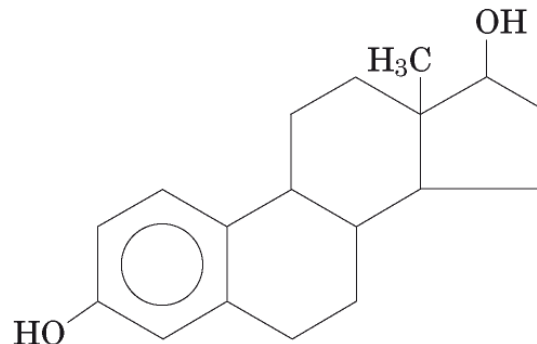
**Cortisolo (idrocortisone)**  
(un glucocorticoide)



**Testosterone**  
(un androgeno)

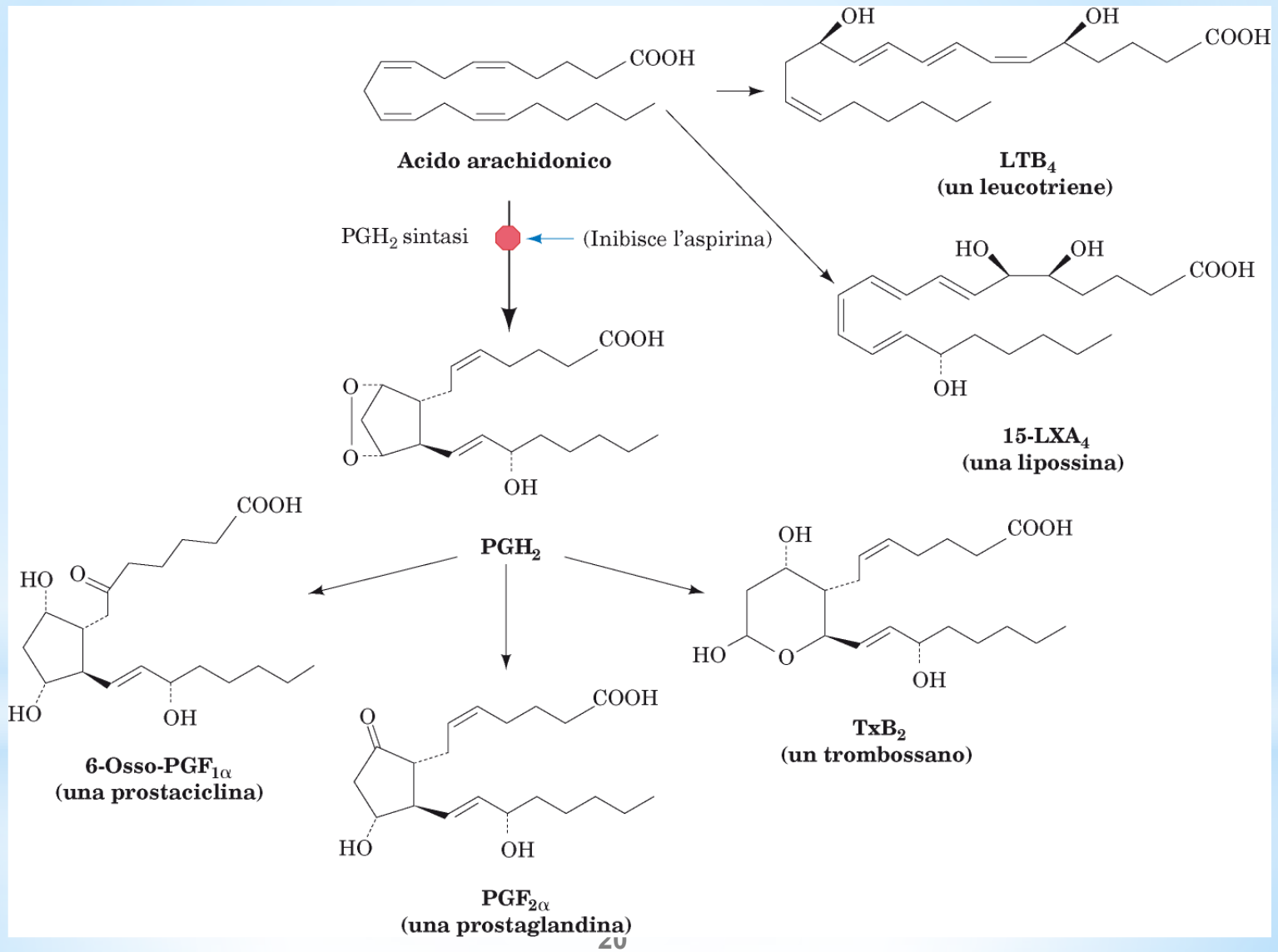


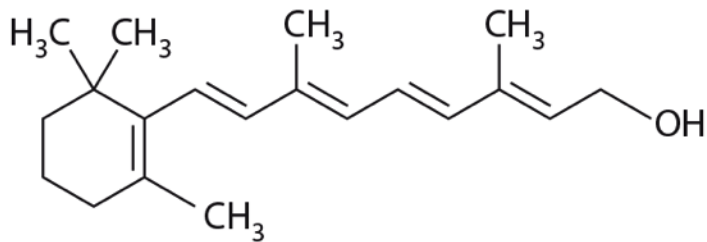
**Aldosterone**  
(un mineralcorticoide)



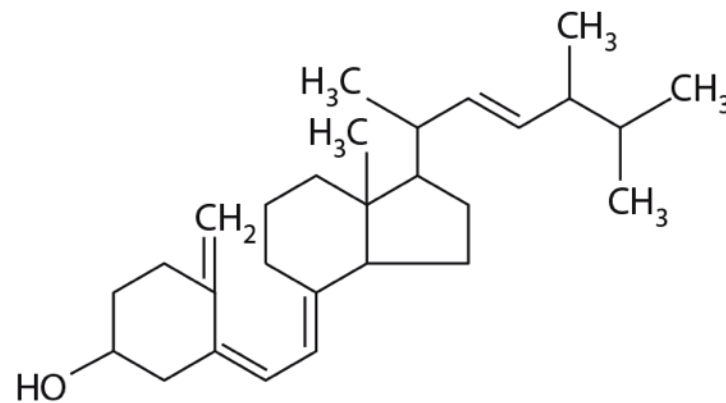
**$\beta$ -Estradiolo**  
(un estrogeno)

# GLI EICOSANOIDI HANNO MOLTE FUNZIONI BIOLOGICHE

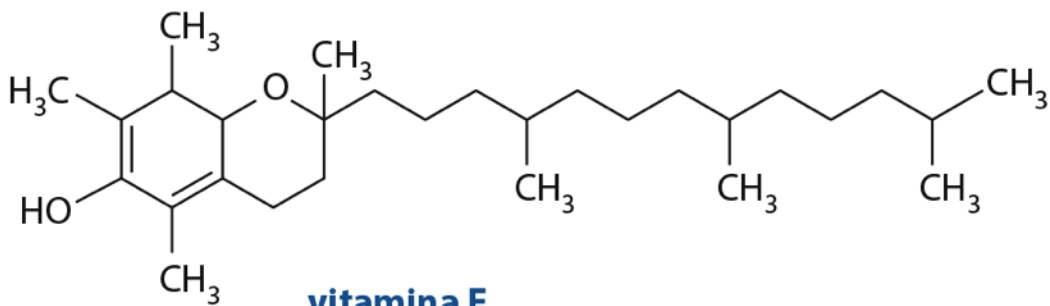




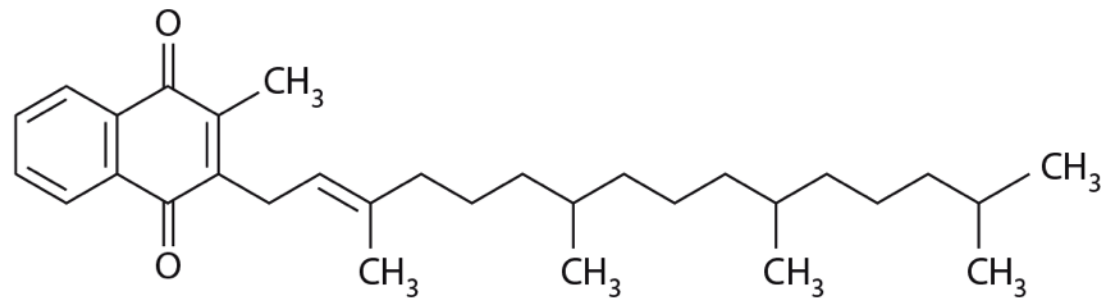
**vitamina A**



**vitamina D**



**vitamina E**



**vitamina K**

## CONCETTI CHIAVE

**Lipidi** — Gruppo eterogeneo di molecole biologiche accomunate dall'insolubilità in acqua e dalla solubilità in solventi organici. Funzioni principali: riserva energetica, componenti di membrana, segnalazione ormonale.

**Acido grasso** — Catena idrocarburica con gruppo carbossilico (-COOH) terminale. Descritto dalla notazione X:Y (carboni:doppi legami). Gli acidi grassi biologicamente più importanti hanno un numero pari di atomi di carbonio (da 12 a 24).

**Acidi grassi saturi vs. insaturi** — I saturi non hanno doppi legami, hanno catena rettilinea, si impacchettano strettamente e sono solidi a temperatura ambiente ( $pf > 40^\circ \text{C}$ ). Gli insaturi hanno uno o più doppi legami in configurazione *cis*, che introducono una curvatura nella catena, riducono l'impacchettamento e abbassano il punto di fusione → liquidi a T ambiente.

**Acidi grassi essenziali** — Acido linoleico ( $\omega$ -6) e  $\alpha$ -linolenico ( $\omega$ -3): non sintetizzabili dall'organismo, devono essere introdotti con la dieta. Sono precursori degli eicosanoidi.

**Triacilgliceroli** — Glicerolo esterificato con tre acidi grassi. Principale forma di deposito energetico negli animali (~9 kcal/g). Immagazzinati nel tessuto adiposo bianco (deposito) e bruno (termogenesi).

**Saponificazione** — Idrolisi alcalina di un triacilglicerolo con NaOH → glicerolo + sali sodici degli acidi grassi (sapone). Il sapone è una molecola **anfipatica** (testa polare + coda idrofoba) che forma **micelle** in acqua, inglobando le sostanze grasse.

**Glicerofosfolipidi** — Lipidi di membrana con glicerolo, due acidi grassi e un gruppo fosfato legato a una testa polare (colina, etanolamina, serina, inositolo). La loro struttura anfipatica è alla base del **doppio strato lipidico** delle membrane cellulari.

**Sfingolipidi** — Lipidi di membrana basati sulla sfingosina invece del glicerolo. In base alla testa polare si distinguono in: sfingomieline (fosfocolina), cerebrosidi (zucchero semplice) e gangliosidi (catene glucidiche complesse). Abbondanti nelle cellule nervose.

**Terpeni** — Lipidi derivati dall'isoprene ( $C_5$ ), prodotti principalmente dalle piante. L'unità isoprenica è il mattone di base anche per la sintesi degli steroli.

**Steroli e colesterolo** — Gli steroli derivano dalla ciclizzazione dello squalene (triterpene  $C_{30}$ ) → nucleo a quattro anelli condensati. Il **colesterolo** (origine animale) regola la fluidità delle membrane e funge da precursore di ormoni steroidei, acidi biliari e vitamina D.

**Ormoni steroidei** — Derivati dal colesterolo; quattro classi principali: glucocorticoidi (es. cortisolo), mineralcorticoidi (es. aldosterone), androgeni (es. testosterone) ed estrogeni (es.  $\beta$ -estradiolo).

**Eicosanoidi** — Molecole segnale derivate dall'acido arachidonico (20:4n-6). Includono prostaglandine (infiammazione, dolore, febbre), trombossani (aggregazione piastrinica), leucotrieni (risposta allergica) e prostaciclina (inibizione dell'aggregazione). L'**aspirina** inibisce la COX (PGH<sub>2</sub> sintasi), bloccando la loro sintesi.

**Vitamine liposolubili** — A (visione e differenziazione cellulare), D (omeostasi del calcio, sintetizzata dalla luce UV), E (antiossidante lipidico) e K (coagulazione del sangue). Si accumulano nei tessuti lipidici e richiedono lipidi alimentari per essere assorbite.