

---

---

# Els lípids

---

---

# Índex

1. Que són els lípids?
2. Els àcids grassos: Àcids grassos saturats i insaturats
3. Les propietats químiques dels àcids grassos
  - 3.1 La solubilitat
  - 3.2 El punt de fusió
4. Els lípids amb àcids grassos o saponificables
  - 4.1 Lípids saponificables simples
  - 4.2 Lípids saponificables complexos
5. Els lípids sense àcids grassos o insaponificables
6. Les funcions dels lípids

# 1. Que són els lípids?

- Grup de biomolècules molt heterogeni
- Constituïts bàsicament per C i H
- També presenten O però en proporcions molt baixes
- Alguns contenen P, N i S
- Son insolubles en aigua i altres dissolvents polars
- Son solubles en dissolvents orgànics (no polars): èter, benzè,...

# Classificació dels lípids

Es classifiquen en dos grups:

- Els lípids saponificables (contenen àcids grassos\*)
- Els lípids **no** saponificables (no contenen àcids grassos)

\* **Àcid gras**: molècula orgànica lipídica formada per una llarga cadena hidrocarbonada lineal, normalment formada per un nombre parell d'àtoms de carboni (16-18 àtoms de carboni, generalment), a l'extrem de la qual hi ha un grup carboxil (-COOH)

# Classificació dels lípids

## Segons la seva estructura

Lípids	Àcids grassos	Saturats	
		Insaturats	
	Lípids saponificables (amb àcids grassos)	Simplex	Acilglicèrids
			Cèrids
		Complexos	Fosfoglicèrids
			Fosfoesfingolípid
			Glicoesfingolípid
		Lípids insaponificables (sense àcids grassos)	Isoprenoides o terpens
	Esteroides		
	Prostaglandines		

## 2. Els àcids grassos

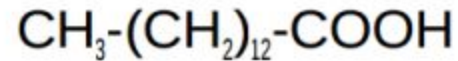
- Són molècules formades per una cadena llarga hidrocarbonada (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>...)
- Formen cadenes lineals (alifàtiques)
- Tenen un nombre parell d'àtoms de C, generalment entre 14 i 22 (els més abundants tenen 16 i 18 carbonis)
- L'últim carboni forma un grup carboxil o àcid (-COOH)
- Poc abundants en estat lliure, s'obtenen a partir de la hidròlisi dels greixos
- Es coneixen uns 70 àcids grassos que es classifiquen en dos grups: àcids grassos saturats i àcids grassos insaturats

# Els àcids grassos saturats

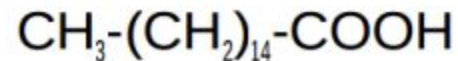
- Només tenen **enllaços simples** entre els àtoms de carboni de la cadena hidrocarbonada.
- Per això, les cadenes hidrocarbonades són **rectilínies**, és a dir, **cadena lineals (alifàtiques)**

## Exemples:

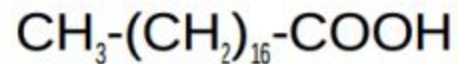
àcid mirístic (C<sub>14:0</sub>)



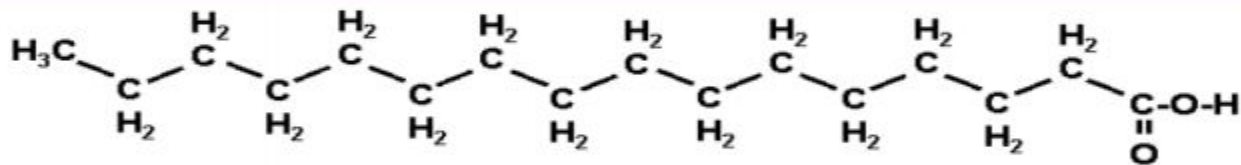
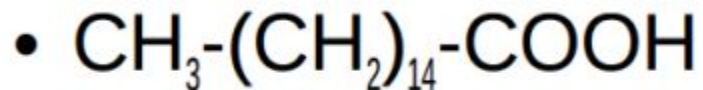
àcid palmític (C<sub>16:0</sub>)



àcid esteàric (C<sub>18:0</sub>)

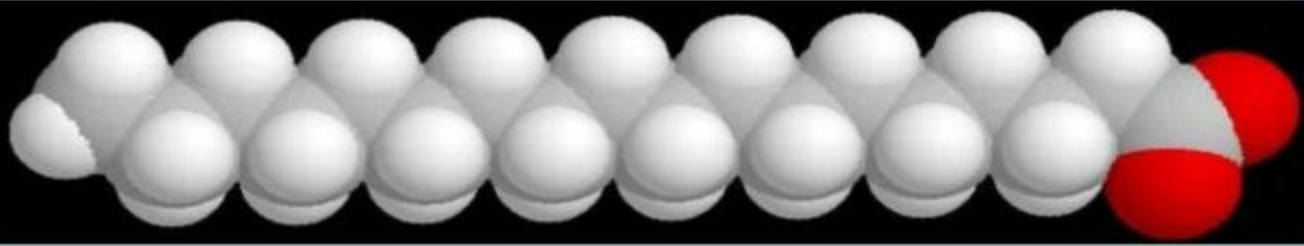
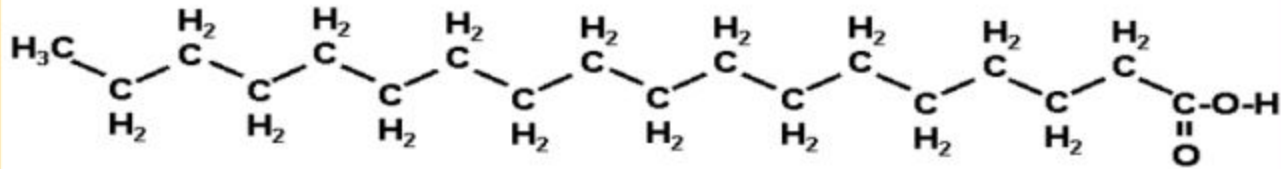
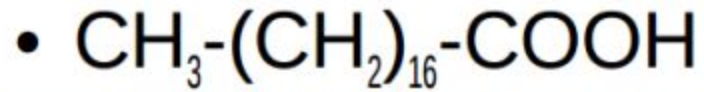


## Àcid Palmític $C_{16:0}$





# Àcid Esteàric C<sub>18:0</sub>



# Els àcids grassos insaturats

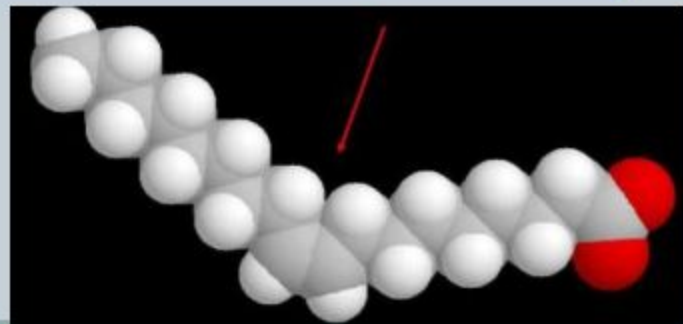
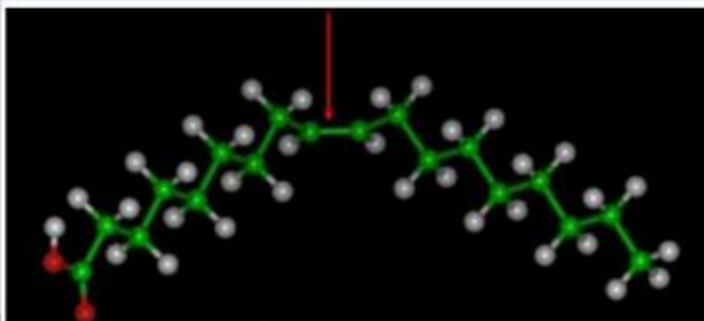
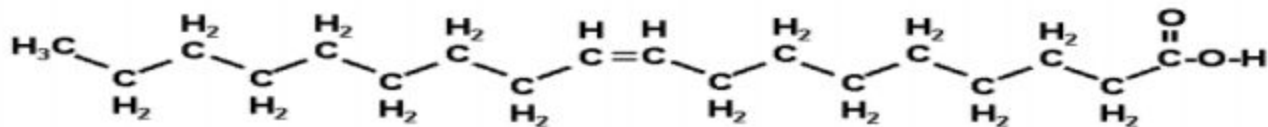
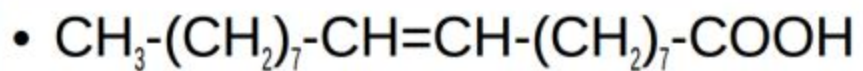
- Tenen un o més **enllaços dobles** entre els àtoms de carboni de la cadena hidrocarbonada.
- Per això **no** són **rectilínies**, sinó que presenten **colzes** on hi ha els dobles enllaços.

Hi ha dos grups:

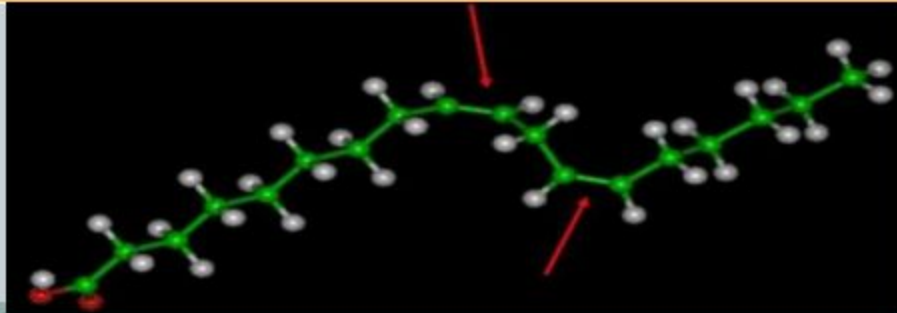
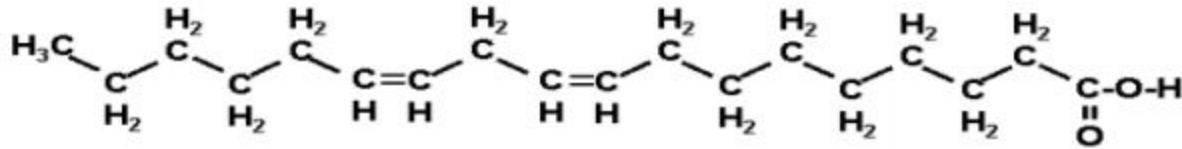
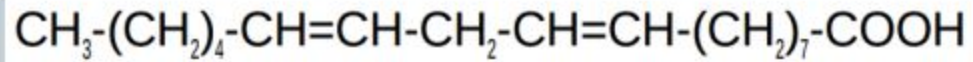
- Els **monoinsaturats**: tenen un únic enllaç doble (àcid oleic)
- Els **poliinsaturats**: tenen més d'un enllaç doble (àcid linoleic)

- Els mamífers només podem sintetitzar àcids grassos saturats i monoinsaturats a partir d'altres molècules, però no poliinsaturats (dos o més enllaços dobles)
- Als vegetals sí són abundants els poliinsaturats
- **Àcids grassos essencials** són els que no podem sintetitzar però ens son imprescindibles per a la vida

# Àcid Oleic C<sub>18:1</sub><sup>9</sup>



# Àcid Linoleic C<sub>18:2</sub><sup>9,12</sup>



### 3. Les propietats químiques dels àcids grassos

- Les reaccions químiques més importants que es donen en els àcids grassos són:

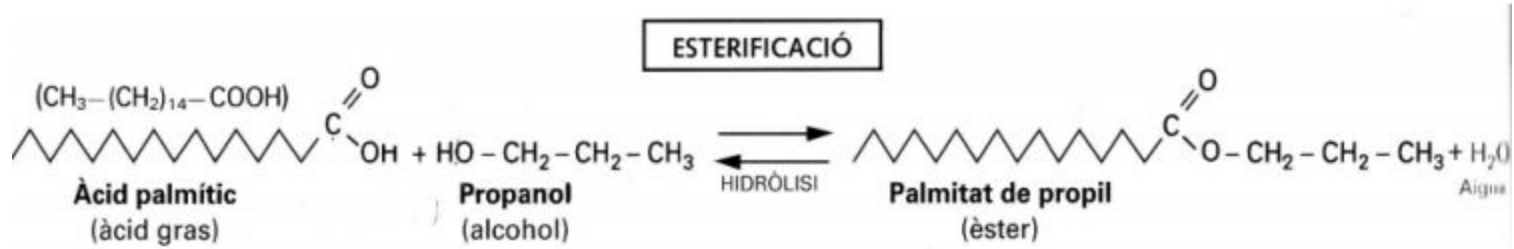
**Reacció d'esterificació** (reacció entre un àcid gras i un alcohol)

**Reacció de saponificació** (reacció d'un àcid gras amb una base forta (NaOH KOH))

# Reacció d'esterificació

- És la reacció d'un àcid gras amb un alcohol
- Donarà lloc a un èster\* (unió d'un àcid gras amb un alcohol) i una molècula d'aigua

\*Emprats com a matèria prima en perfums, essències, etc.



# Reacció de saponificació

- És la reacció d'un àcid gras amb una base forta NaOH o KOH
- Donarà lloc a una **sal d'àcid gras** que s'anomena **sabó**
- Formen dispersions col·loïdals

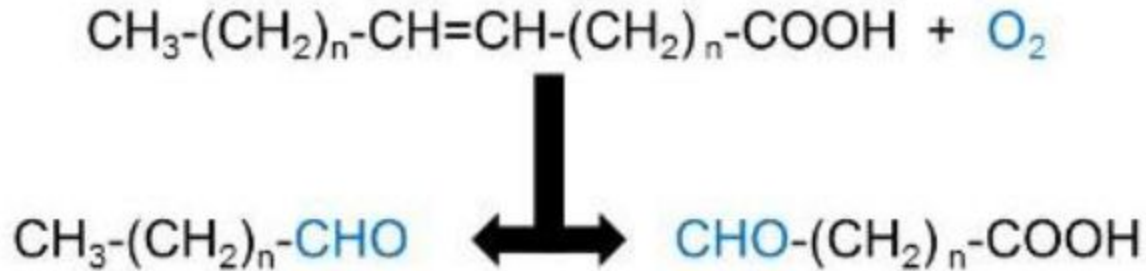




# Reacció d'autooxidació

Els dobles enllaços dels àcids grassos insaturats, especialment els poliinsaturats, s'oxiden i la molècula es trenca formant aldehids volàtils, responsables de l'olor i el gust ranci.

Els éssers vius eviten aquesta oxidació gràcies a antioxidants, com la vit E.



Indústria i greixos trans

### 3. Les propietats físiques dels àcids grassos

- Les propietats físiques més importants a tenir en compte amb els àcids grassos són:

La **solubilitat** \*Hem de tenir en compte que els àcids alifàtics de cadena inferior a 8 carbonis no es consideren àcids grassos perquè son solubles en aigua

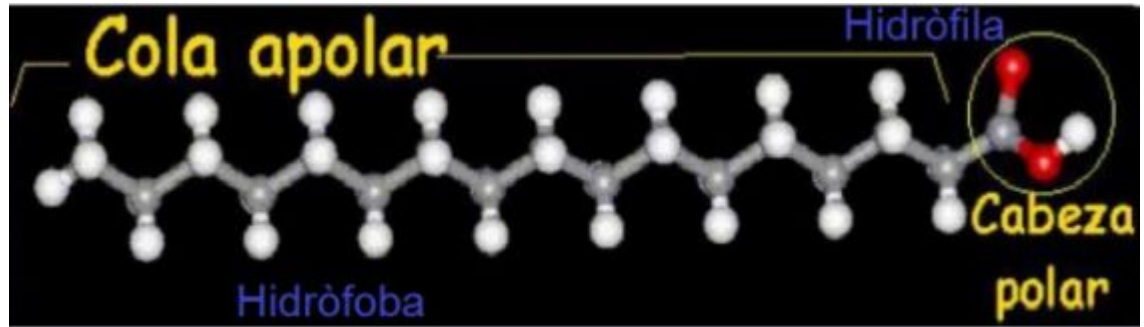
El **punt de fusió**

# 3.1 La solubilitat

En ambient aquós i a pH fisiològic (7,4), els àcids grassos lliures són molècules **amfipàtiques** (bipolars):

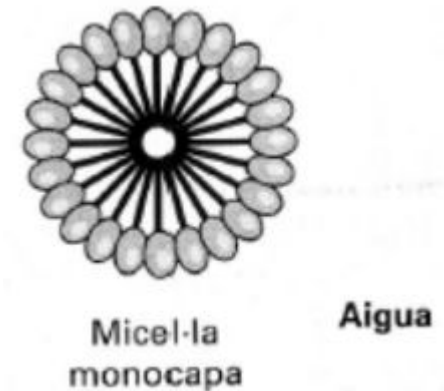
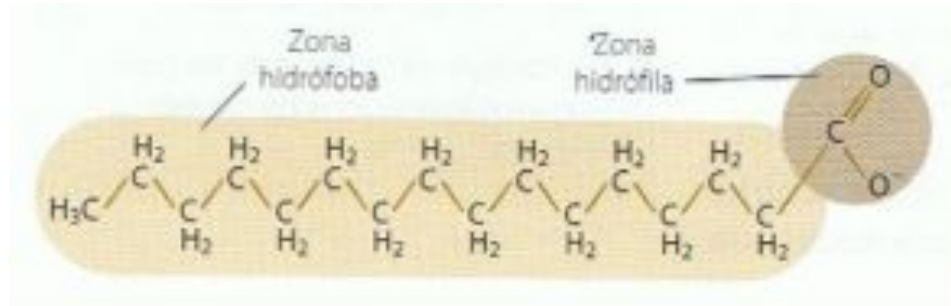
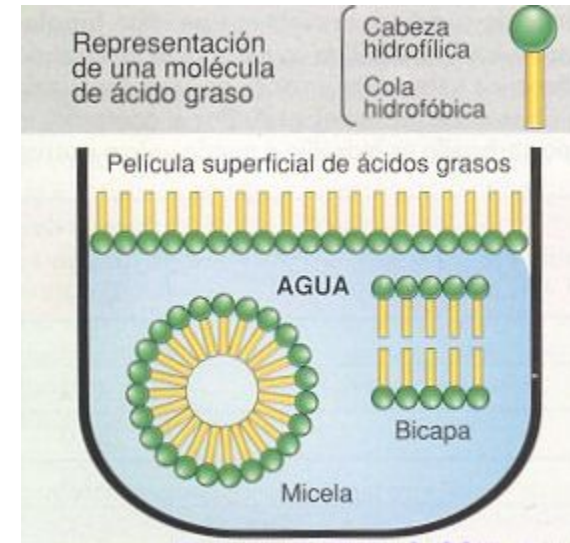
- **Cua hidrocarbonada** (apolar insoluble en aigua = hidròfoba = lipòfila\*) que mostra tendència a establir enllaços de Van der Waals amb altres cadenes hidrocarbonades.
- **Regió polar** (soluble en aigua = hidròfila = lipòfoba), corresponent a l'extrem carboxil **ionitzat**, amb una càrrega negativa COO-, amb tendència a establir ponts d'hidrogen amb altres molècules polars com l'aigua.

- \*: té afinitat pels lípids: tendeixen a estar junts

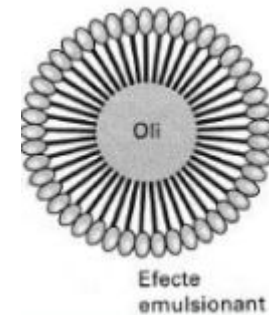
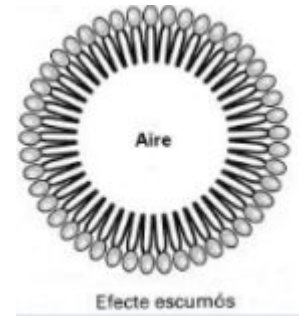


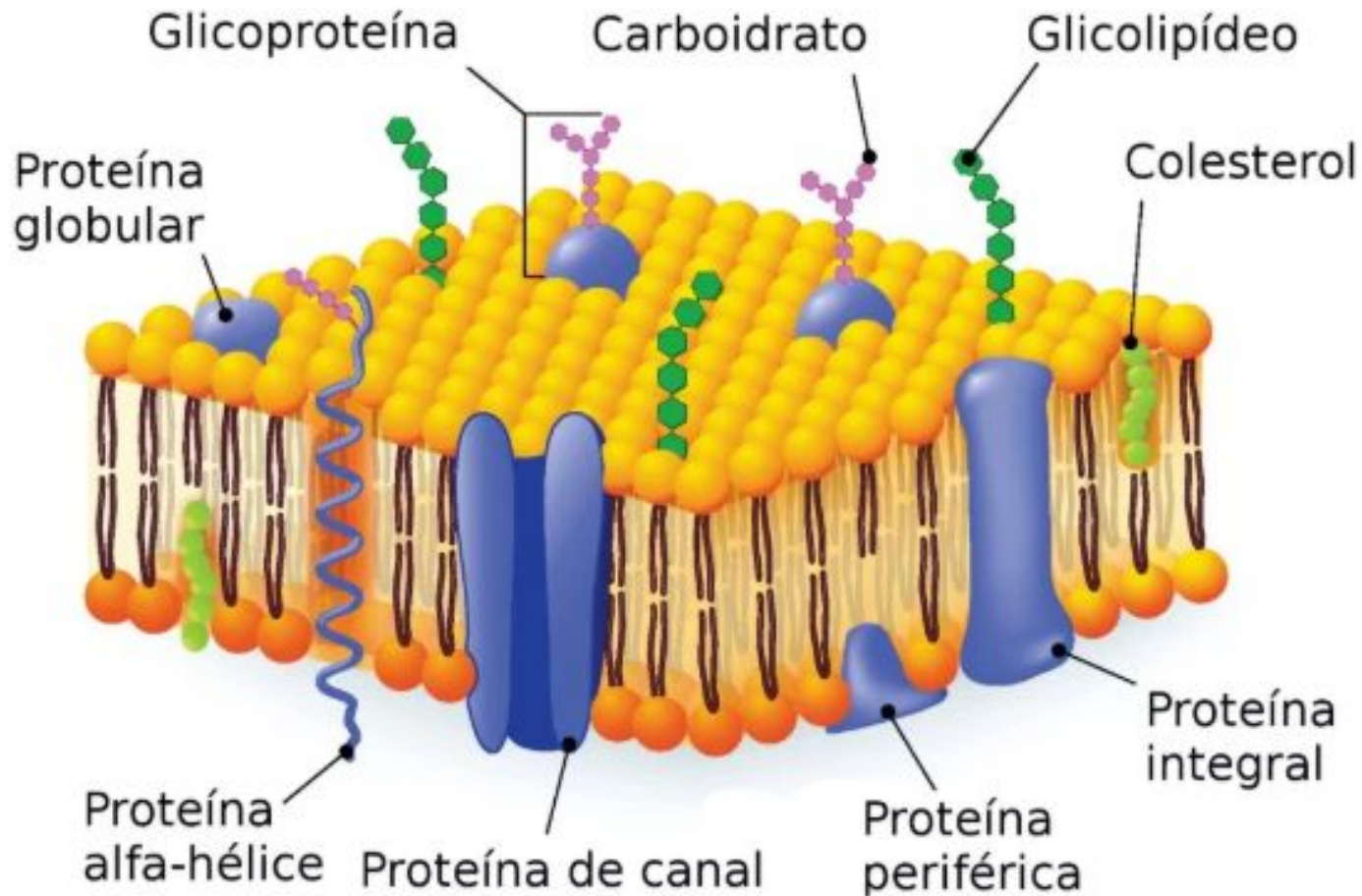
De la regió apolar de l'àcid gras fins a la regió polar implica que:

- Són insolubles en l'aigua i dissolvents polars.
- Fan una pel·lícula superficial en l'aigua on la part polar està en contacte amb l'aigua i la apolar amb l'aire.



- Si agitem l'aigua la pel·lícula s'enfonsa i les partícules es disposen amb la part apolar juntes, envoltades de la part polar en contacte amb l'aigua, formaran **micel·les**.
- Si les **micel·les** atrapen **aire** al seu interior tindrem l'**efecte escumós**.
- Si les **micel·les** atrapen **lípid al seu interior** tindrem l'**efecte emulsionant o detergent**.





# 3.1 El punt de fusió

- Els àcids grassos tendeixen a **agrupar-se**
- Formen enllaços **pont d'hidrogen** amb els **grups carboxils**
- Formen enllaços per forces de **Van der Waals** entre les **cadena hidrofòbiques**

Apilament d'àcids grassos saturats

Apilament d'àcids grassos insaturats

En els àcids grassos saturats, com més llarga és la cadena hidrocarbonada:

- més enllaços de **Van der Waals** hi haurà
- **més temperatura** farà falta per separar les molècules
- més **alta** serà la **temperatura de fusió**
- més **sòlid** serà l'àcid gras
- acostumen a ser **sòlids a temperatura ambient** i formen greixos que també solen ser sòlids a temperatura ambient



En els àcids grassos insaturats, com més llarga és la cadena hidrocarbonada presenta colzes deguts als enllaços dobles:

- més dificultat d'apilament de les cadenes en paral·lel
- **menys enllaços de Van der Waals**
- més **baixa** serà la **temperatura de fusió**
- més **líquid** serà l'àcid gras
- acostumen a ser **líquids a temperatura ambient** i formen greixos que també solen ser líquids a temperatura ambient



Àcid Oleic



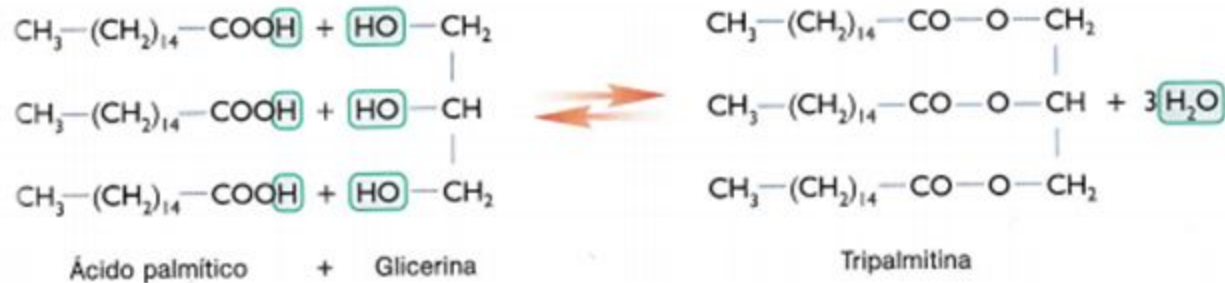
## 4. Els lípids saponificables (amb àcids grassos)

- Són els que contenen àcids grassos
- Tots els lípids saponificables son èsters (àcid gras + alcohol)
- Existeixen dos grups de lípids saponificables:
  - Els **lípids simples**: formats exclusivament per àcids grassos i un alcohol
    - Els acilglicèrids o greixos
    - Els cèrids o ceres
  - Els **lípids complexos**: formats per àcids grassos + un alcohol + un tercer tipus de molècules
    - Els fosfoglicèrdis
    - Els fosfoesfingolípidis
    - Els glicoesfingolípidis

 FOSFOLÍPIDS

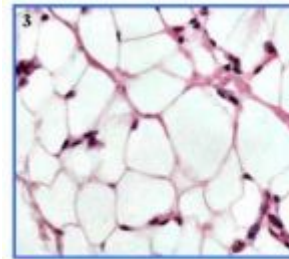
## 4.1 Acilglicèrids

- Són els lípids saponificables més abundants
- Formats per l'esterificació d'una, dues o tres molècules d'à. grassos amb un alcohol, la **glicerina (propantriol)**
- Són **insolubles en aigua** i de baixa densitat (suren en l'aigua)

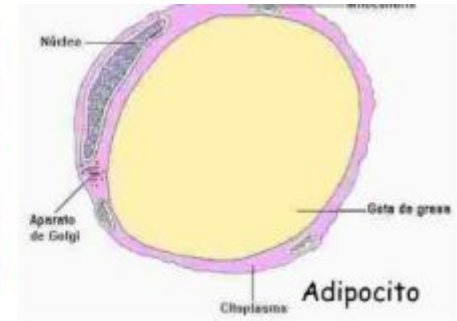


## FUNCIONS

- Constitueixen la principal reserva energètica en els animals
- Proporcionen aïllament tèrmic. En els animals homeotèrmics es situen a sota la pell formant el panicle adipòs.
- Proporcionen protecció contra els traumatismes. Els greixos es dipositen al voltant d'òrgans delicats com el cor, ronyons...

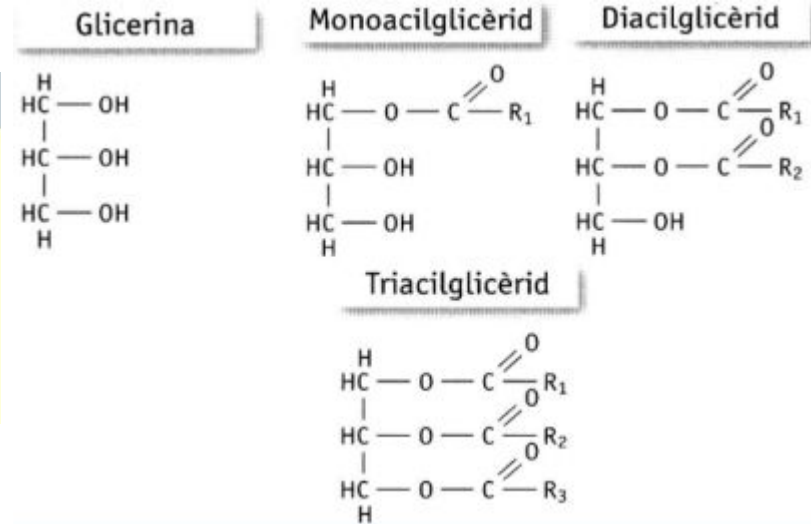
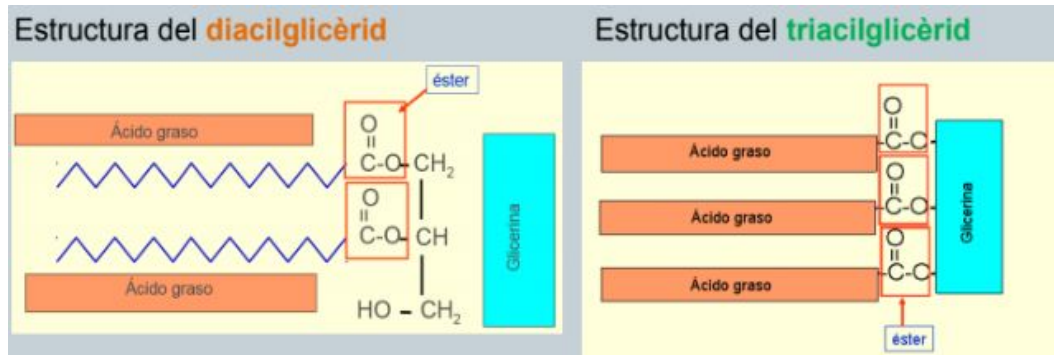


Tejido adiposo



# TIPUS D'ACILGLICÈRIDS

- Segons el nombre d'àcids grassos que formen la molècula:
  - Monoacilglicèrids: un àcid gras
  - Diacilglicèrids: dos àcids grassos
  - Triacilglicèrids: tres àcids grassos (els més abundants en la natura)

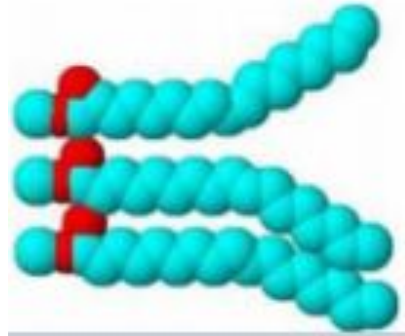




## CARACTERÍSTIQUES DELS ACIDGLICÈRIDS

- Els acilglicèrids que tenen mínim **un àcid gras insaturat**, són líquids a temperatura ambient = olis

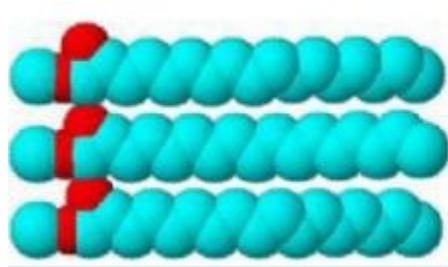
Ex/ oli d'oliva: format pel triglicèrid trioleïna → 3 àcids olèics + glicerina



## CARACTERÍSTIQUES DELS ACIDGLICÈRIDS

- Els acilglicèrids que tenen tots els àcids grassos **saturats** són sòlids a temperatura ambient

Ex/ el seu de bou: triglicèrid triesteriarina (3 àcids esteàrics + una glicerina)



## CARACTERÍSTIQUES DELS ACIDGLICÈRIDS

- Els acilglicèrids que tenen àcids grassos de cadena curta (6-8 C), són semisòlids a temperatura ambient i s'anomenen mantegues.





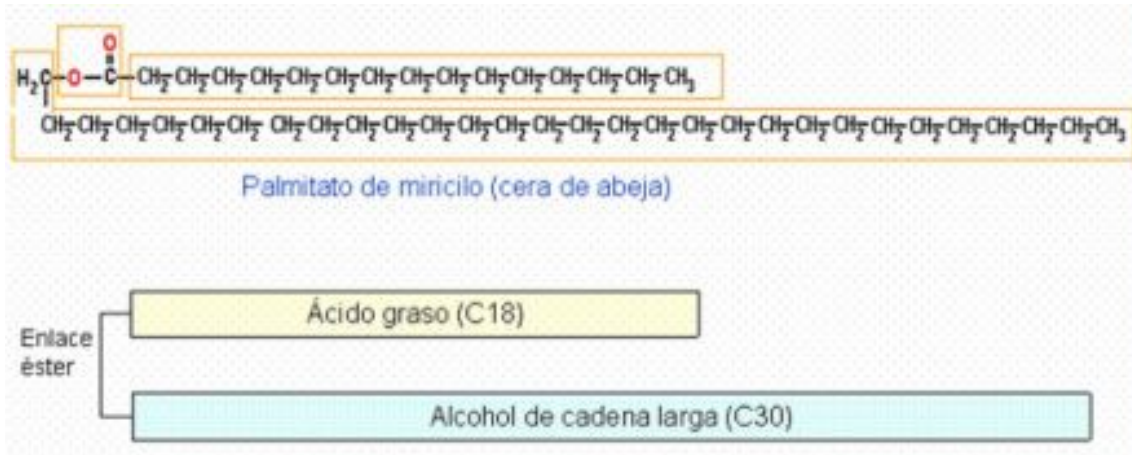
## PROPIETATS DELS ACILGLICÈRIDS

- Els **triacilglicèrids** NO tenen polaritat, per la qual cosa també s'anomenen greixos neutres.
- Els **monoacilglicèrids** i el **diacilglicèrids** tenen una polaritat feble a causa dels radicals hidroxil que deixen lliures en la glicerina.
- Els **triacilglicèrids** amb bases (**NaOH** sosa, **KOH** potassa) formen **sabons** per reaccions de **saponificació**

## 4.2 Els cèrids

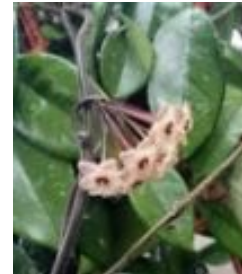
- Són èsters d'àcids grassos de cadena llarga amb alcohols també de cadena llarga.
- Són sòlids i durs a temperatura ambient, degut a les llargues cadenes hidrocarbonades que les formen

### Formació d'un cèrid



## PROPIETATS DELS CÈRIDS

- Són totalment **insolubles** en aigua pel seu marcat caràcter lipòfil
- Formen làmines impermeables que protegeixen l'epidermis i les formacions dèrmiques dels animals (pèls, plomes i cabells) i la superfície de molts òrgans vegetals (tiges, fulles, fruits)
- **Exemples** de ceres barrejades amb àcids grassos lliures i esteroides són la **cera de les abelles**, la **lanolina** de la llana, el **cerumen** del conducte auditiu i les ceres de les fulles de moltes plantes.



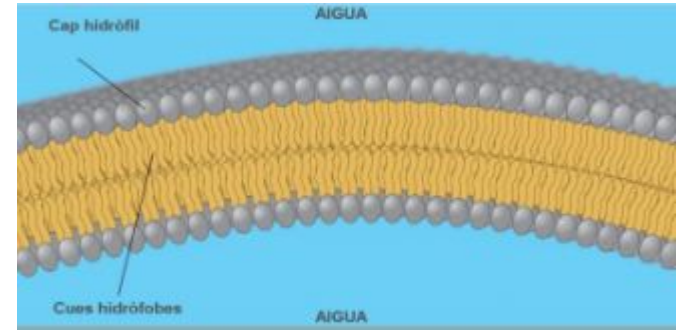
## 4.2 Els lípids saponificables complexos o heterolípid

- Són èsters formats per **àcids grassos, un alcohol i un tercer tipus de molècules.**
- Se'ls anomena: lípids de membrana ja que són els principals lípids que constitueixen la membrana plasmàtica
- Són **amfipàtics**, formen una doble membrana

- Es divideixen en:

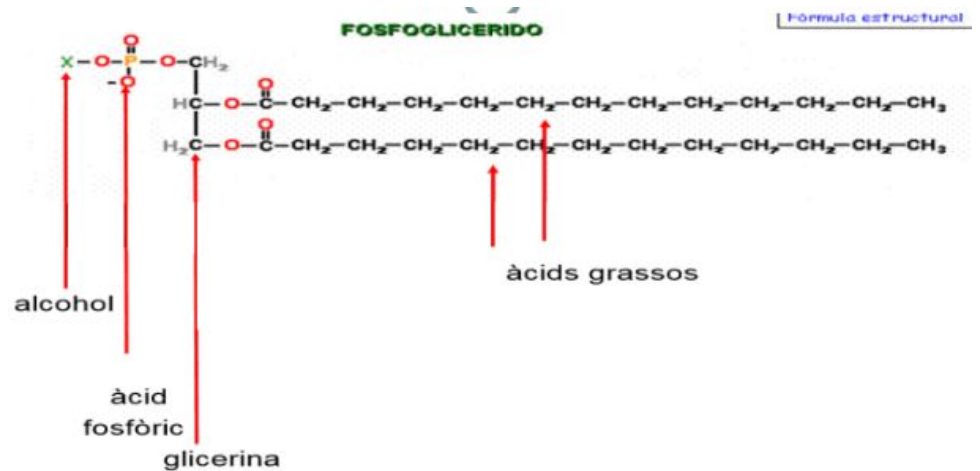
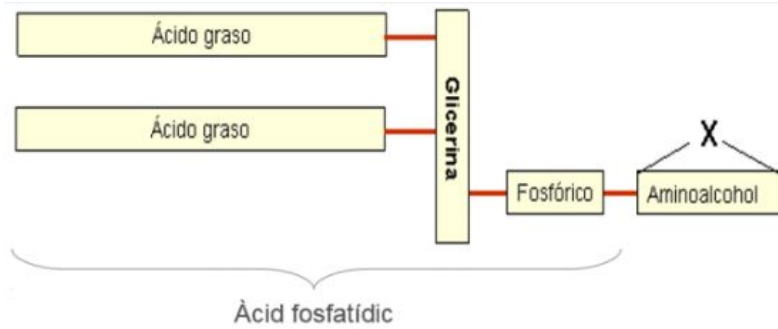
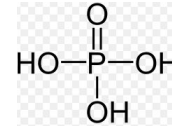
- Fosfoglicèrids
- Fosfoesfingolípid
- Glicoesfingolípid

➤ FOSFOLÍPIDS



# Els fosfoglicèrids

- Molècules més abundants de la membrana plasmàtica
- L'estructura bàsica és: dos àcids grassos, una glicerina, un **àcid fosfòric** i un alcohol
- Generalment aquest alcohol és un aminoalcohol (amb un grup amino NH<sub>2</sub>)



## FOSFOGLICÈRDIS MÉS IMPORTANTS

- [Fosfatidiletanolamina](#) o cefalina: abundant al cervell
- Fosatidilcolina o lecitina: especialment abundant al fetge, al cervell i el rovell d'ou
- Fosfatidilserina: abundant a la cara interna de la membrana plasmàtica



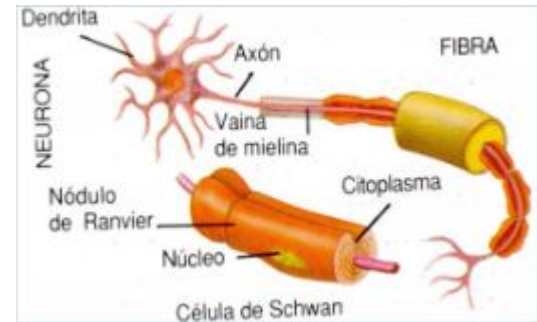
# Els fosfoesfingolípids

Formats per: un **àcid gras**, una **esfingosina\*** (aminoalcohol de cadena llarga) i un fosfat

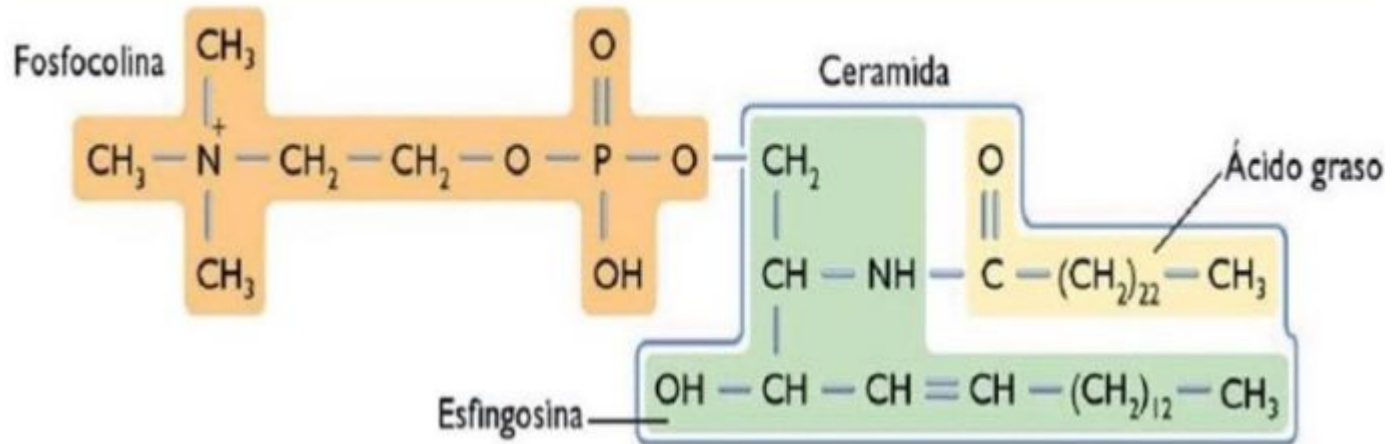
Tenen caràcter amfipàtic: part hidròfoba (esfingosina i l'àcid gras) i part hidròfila (fosfat i alcohol)

Els esfingolípids es troben en les membranes plasmàtiques de les cèl·lules i són especialment abundants en el teixit nerviós a les vaines de mielina que protegeixen els axons de les neurones

**CERAMIDA\*** Esfingosina i un àcid gras de cadena llarga, units per enllaç amida



CERAMIDA + ÀCID FOSFÒRIC + COLINA



Formació



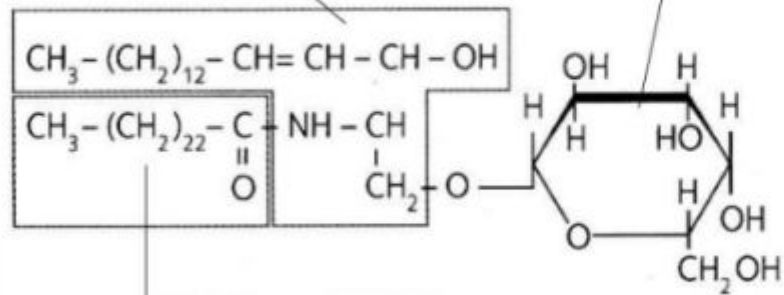
# Els glicoesfingolípidis

Formats per: una **esfingosina** (aa de cadena llarga), un **àcid gras** i un **glúcid**

- No presenten grup fosfat
- Es troben a les bicapes lipídiques de les membranes plasmàtiques de totes les cèl·lules
- Abundants a les neurones
- Es diferencien dos tipus segons els glúcids que continguin:
  - Els cerebròsids: CERAMIDA + HEXOSA (glucosa o galactosa)
  - Els gangliòcids: CERAMIDA + HEXOSES + HEXOSAMINA + ÀCID SIÀLIC

## Cerebròsid

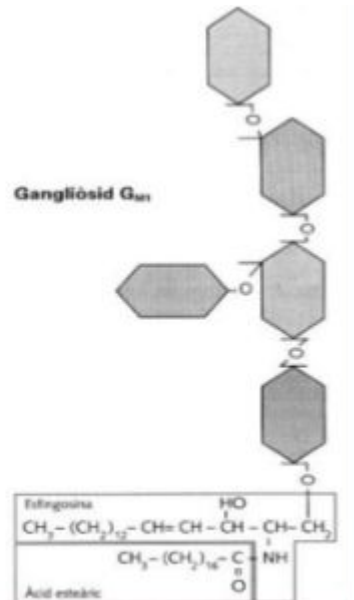
esfingosina



àcid gras

## Gangliòsid

Gangliòsid  $\text{G}_{M1}$

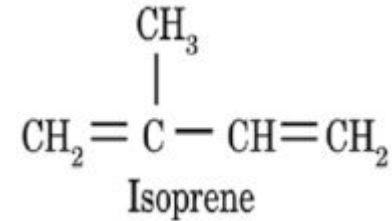


## 5. Els lípids sense àcids grassos o insaponificables

- Són els que NO contenen àcids grassos
- No produeixen reaccions de saponificació
- Existeixen tres tipus diferents de lípids insaponificables:
  - Els isoprenoides
  - Els esteroides
  - Les prostaglandines

# 5.1 Els isoprenoides o terpens

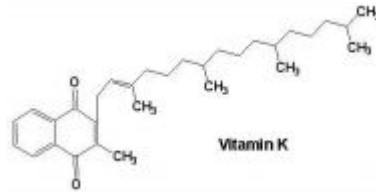
- Formats per dos o més unitats de **isoprè** (2-metil-[1,3-butadiè](#))
- Poden ser molècules lineals o cícliques i alguns poden tenir ambdues estructures
- Segons el nombre de molècules d'isoprè poden ser:
  - Monoterpens (2 molècules d'isoprè)
  - Diterpens (4 molècules d'isoprè)
  - Triterpens (6 molècules d'isoprè)
  - Tetraterpens (8 molècules d'isoprè)
  - Politerpens (> 8 molècules d'isopre)



• **Monoterpens:** Essències vegetals: mentol, eucaliptol, geraniol



• **Diterpens:** Fitol, Vit A, E i K



• **Triterpens:** esqualè a partir del qual es sintetitza el colesterol al fetge

**Escualé**



• **Tetraterpens:** Carotenoides (cartones = vermells, xantifil·les = groc) 2 carotenoides → 2 vit A

• **Politerpens:** cauxú (milers d'isoprens)

## 5.2 Els esteroides

- Deriven d'un compost químic en forma d'anell anomenat ciclopentà perhidrofenantrè
- Hi han dos tipus:
  - Esterols
  - Hormones esteroides

# ESTEROLS

- Grup més nombrós dels esteroides
- Tenen un grup hidroxil al C3
- Tenen una cadena alifàtica al C17
- Els més importants són:
  - **El colesterol** (membranes de les cèl·lules animals, serveix per a la síntesi de quasi tots els esteroides)
  - **Els àcids biliars** (són produïdes al fetge a partir del colesterol, s'encarreguen de l'emulsió dels greixos a l'intestí)
  - El grup de les **vitamines D** (esterols que regulen el metabolisme del Ca i la seva absorció intestinal, la seva síntesi es veu induïda pels Raigs UV)
  - L'**Estradiol** (hormona que regula l'aparició dels caràcters sexuals secundaris femenins)

# HORMONES ESTEROIDES

Tenen un àtom d'oxigen unit al C3 mitjançant doble enllaç

Hi ha dos grups:

## Hormones suprarenals (sintetitzades a les càpsules suprarenals)

- **Aldosterona** (incrementa la reabsorció del Na i Clorur al ronyó)
- El **cortisol** (afavoreix la síntesi de glucosa i del glicogen i el catabolisme de lípids i proteïnes)

## Hormones sexuals

- **Progesterona** (prepara els òrgans sexuals femenins per a la gestació)
- **Testosterona** (responsable dels caràcters sexuals masculins)



## 5.3 Les prostaglandines

- Substàncies derivades de l'àcid **prostanoic** (anell ciclopentà + dues cadenes alifàtiques)

Funcions:

Estimulen els receptors del dolor:

- Inicien la vasodilatació
- Provoquen la febre en les infeccions

Disminueixen la pressió sanguínia:

- Afavoreixen l'eliminació de substàncies a través del ronyó
- Redueixen la secreció dels sucus gàstrics
- Estimulen la musculatura del part per induir-lo

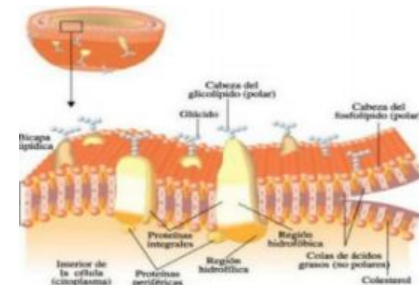
# 6. Les funcions dels lípids

## FUNCIÓ DE RESERVA ENERGÈTICA

- Són les biomolècules més apropiades per emmagatzemar energia, ja que **tenen més enllaços entre C i H** que els glúcids i les proteïnes, això fa que s'allibere **més energia** en les **reaccions metabòliques**

## FUNCIÓ DE FUNCIÓ ESTRUCTURAL

- Alguns lípids (els fosfolípids, els esfingolípid i el colesterol) són components de la membrana cel·lular formant la bicapa lipídica



## FUNCIÓ DE MISSATGER QUÍMIC

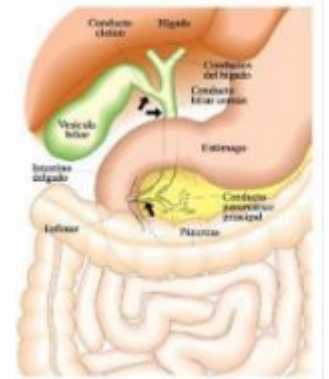
Els àcids biliars i els proteolípid emulsionen els lípids al duodé (l'intestí prim) afavorint la seva digestió i absorció. Així són transportats fins al lloc on s'utilitzen o fins al teixit adipòs, on s'emmagatzemen.

## FUNCIÓ REGULADORA I BIOCATALITZADORA

Intervenien en nombrosos processos fisiològics de l'organisme

Per exemple:

Vitamines lipídiques, hormones lipídiques i les prostanglandines



## **FUNCIO PROTECTORA**

Els acilglicèrids recobreixen òrgans per protegir-los dels cops; les ceres impermeabilitzen la superfície de la pell, fruits, fulles, pèls i plomes; els greixos actuen com aïllants tèrmics

## **FUNCIO TRANSPORTADORA**

El transport dels lípids fins a les cèl·lules es fa mitjançant una emulsió de lípids (àcids biliars i els proteolípids)

# ESTUDIIEU MOLT

