

Tema 4 ELS LÍPIDIS O GREIXOS

1. Concepte i classificació

2. Lípids saponificables

- 2.1. Àcids grassos. Concepte, tipus, propietats
- 2.2. Triglicèrids: formació, propietats i funcions.
- 2.3. Ceres
- 2.4. Fosfolípids
- 2.5. Esfingolípid

3. Lípids insaponificables.

- 3.1. Terpens
- 3.2. Esteroides
- 3.3. Prostaglandines

4. Funcions dels lípids

1- Concepte i classificació

A diferència de glúcids i proteïnes, aquest grup de molècules no posseeixen cap grup funcional característic. Són molècules orgàniques, prou heterogènies pel que fa a la seua estructura química i funció biològica, però que presenten majoritàriament unes mateixes propietats físiques :

- Són insolubles en aigua
- Solubles en dissolvents orgànics (apolars) com el benzè o l'èter
- Són untuosos al tacte.

Tot i que els lípids constitueixen un tipus definit de molècules, molt sovint apareixen units amb altres tipus de molècules, tot formant **glicolípid** o **lipoproteïnes**; en aquestes molècules les propietats físico-químiques de cada tipus de molècula s'associen per complir funcions biològiques molt especialitzades.

Podem classificar-los en :

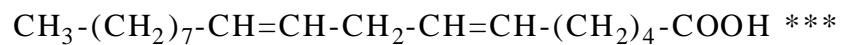
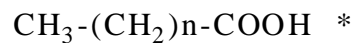
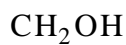
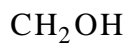
***Lípids saponificables**: presenten enllaços ester i produeixen sabons per hidròlisi alcalina. S'hi inclouen els acil-glicèrids, les ceres, fosfolípids i els fosfoaminolípid.

***Lípids insaponificables** (sense enllaços ester ni formació de sabons): són els terpens i els esteroides

2. Lípids saponificables

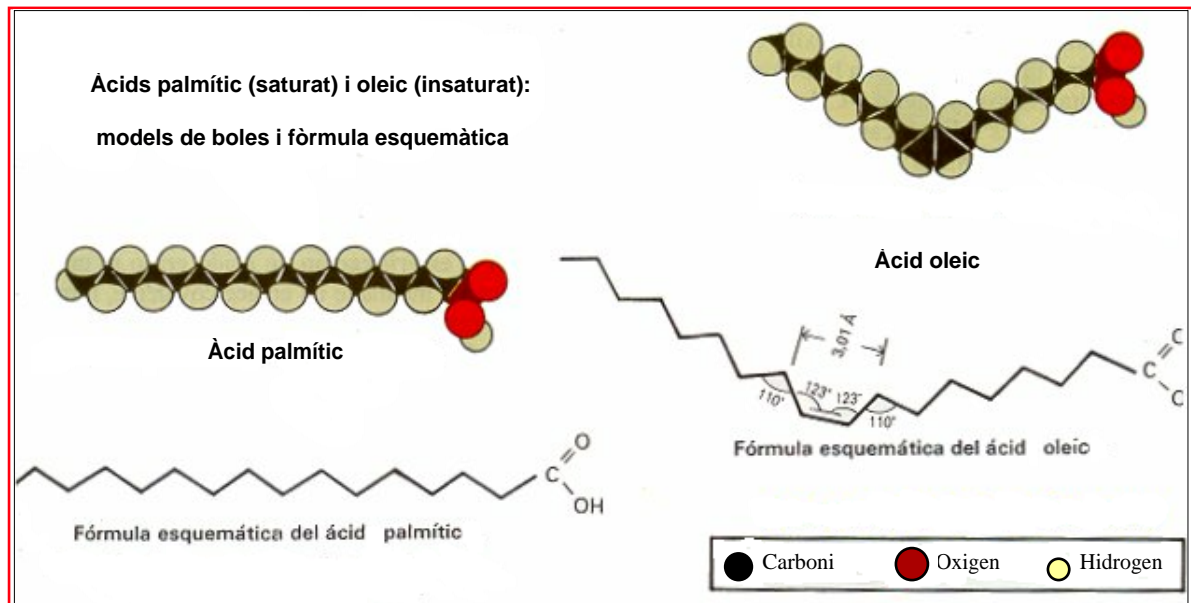
2.1 Àcids grassos.

Els àcids grassos estan formats per una cadena hidrocarbonada lineal (alifàtica) que té a un extrem un grup carboxil (-COOH). Es tracta d'àcids orgànics. Es classifiquen en **saturats** (com l'àcid palmític), quan tots els enllaços entre els C són simples, i **insaturats** (àcid oleic), quan es presenta un doble enllaç. Si en presenten més, reben el nom de **poliinsaturats** (àcid linoleic)



Glicerina

*Àcids grassos (saturat * i insaturat ** poliinsaturat ***)*



* L'àcid palmític té les següents fórmules:

Empírica: $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$

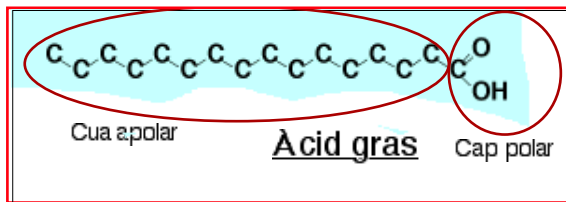
Abreujada: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$

Desenvolupada: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

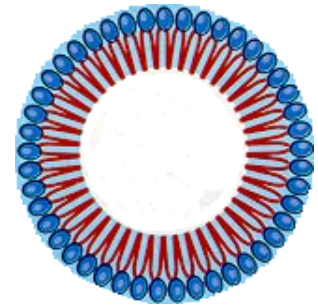
Propietats dels àcids grassos

Els àcids grassos presenten un nombre parell d'àtoms de C (12-20). La raó d'aquest fet radica al seu catabolisme, ja que són destruïts en fragments de 2 carbonis (procés de la β -oxidació) per tal d'obtenir energia necessària per a la cèl·lula. (Tranquils, ja tindreu l'oportunitat d'estudiar-ho la pròxima avaluació)

Els àcids grassos són substàncies anfipàtiques ja que presenten una part **hidròfila o polar** (-COOH) i una altra **apolar o hidròfoba** (cadena hidrocarbonada). El grup carboxil(-COOH) és polar i interacciona elèctricament amb les molècules d'aigua o altres grups -COOH mitjançant enllaços d'hidrogen. Les cadenes hidrocarbonades contenen grups hidròfobs que formen enllaços tipus Van der Waals entre ells. En unir-se amb l'aigua formen unes estructures anomenades **micel·les** que presenten els grups polars en contacte amb l'aigua i les cues hidròfobes unides entre sí i fora del contacte amb l'aigua.



Micel·la



Exemples d'àcids grassos

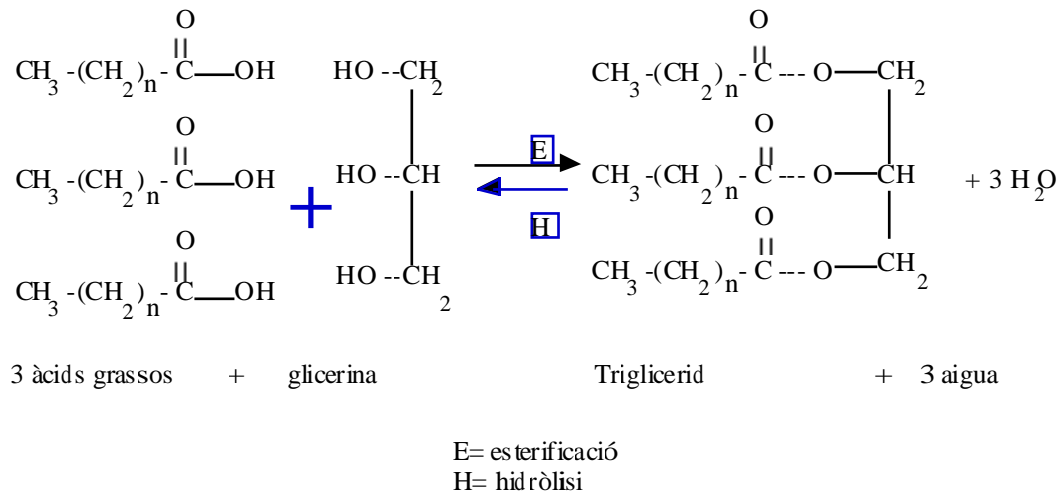
Un àcid gras saturat, el **palmític** és molt abundant en el greixos animals i en la mantega de cacau. Un àcid gras insaturat, l'**oleic**, és el component majoritari de l'oli d'oliva, mentre que tres àcids poliinsaturats com el linoleic, linolènic i araquidònic reben el nom d'**àcids grassos essencials**, ja que el cos humà no els pot sintetitzar i, per tant, necessita incorporar-los a la dieta a partir d'olis vegetals.

2.2. Tri(acil)glicèrids

Com deien abans un **triacilglicèrid** o greix neutre es forma per una reacció d'esterificació entre una molècula de glicerina i tres d'àcids grassos (iguals o diferents). En aquesta reacció intervenen els grups -OH de la glicerina i els grups -COOH dels àcids. Es produeix la pèrdua de tres molècules d'aigua. En el cas d'esterificació d'una molècula o dos d'àcids grassos, es formen els **monoglicèrids** i **diglicèrids**

D'aquesta manera es forma un greix neutre. Si fora el cas de la unió de tres molècules d'àcid olèic tindrien la trioleïna component fonamental de l'oli d'oliva. La major part dels greixos i olis estan formats per barreges de triglicèrids: així, la mantega està constituïda per un 60% d'àcids grassos saturats esterificats (palmític, esteàric) i un 30% d'àcids insaturats (oleic).

La reacció oposada, la **hidròlisi** es dona a la digestió dels aliments. Aquests esters també poden descompondre's amb solucions diluïdes de NaOH o KOH: aquesta reacció rep el nom de **saponificació**, on s'obté glicerina i les sals sòdiques o potàssiques dels àcids grassos que reben aleshores el nom de **sabó**.



Aquestes sals dels àcids grassos són amfipàtiques i, en dissoldre-les en aigua formen micel·les. La part hidròfoba de les micel·les és l'encarregada de solubilitzar la matèria orgànica que forma part de la brutícia, deixant la part inorgànica d'aquesta a l'acció de l'aigua. Així doncs, el sabó separa la part orgànica de la inorgànica, al mateix temps que les dissol i, en conseqüència, les elimina. En l'actualitat s'utilitzen detergents sintètic, molt més eficaços.

**Com
es fa**



Propietats dels triglicèrids

Els triglicèrids són totalment insolubles en aigua, ja que a la reacció s'han utilitzat els grups polars de les molècules. Els triglicèrids es poden classificar en funció del seu punt de fusió en olis, mantegues o llards i sèus si a temperatura ambient (20° C) són líquids, pastosos o sòlids, respectivament.

El punt de fusió dels greixos és una propietat que depèn de la longitud de la cadena dels àcids grassos que conté, i del grau d'insaturació. Els greixos que contenen àcids insaturats o de cadena curta, o totes dues coses, són volàtils o oliosos: això s'explica per l'aparició d'enllaços tipus Van der Waals entre els grups $-\text{CH}_2$ de la cadena alifàtica: quan més llarga siga la cadena alifàtica, majors seran les interaccions de Van der Waals i el punt de fusió de la molècula serà major. La presència de dobles enllaços disminueix el punt de fusió ja que els àcids saturats presenten una cadena recta on interaccionen millor i formen un empaquetament més compacte; contràriament la presència de dobles enllaços origina cadenes doblegades amb tendència a fer menys dens l'agrupament i, per tant, a

disminuir el seu punt de fusió perquè es necessita trencar menys enllaços de Van der Waals entre les cadenes.

Aquesta propietat implica una sèrie de diferències en el grau de saturació dels lípids animals i vegetals: Als animals homeotèrmics, on la temperatura dels cos és constant predominen greixos derivats d'àcids grassos saturats, de punt de fusió alt, i que es presenten en forma de sèus. Els animals poiquilotèrmics i els vegetals presenten més sovint àcids grassos poliinsaturats, presents en forma d'oli.

Funcions dels triglicèrids

La seua funció principal és la de reserva d'energia. Al metabolisme, els greixos s'emmagatzemen fins al moment que són necessaris. Es produeix l'hidròlisi i els àcids grassos entren dintre de les reaccions catabòliques i es transformen en glucosa i altres monosacàrids.

En parlar dels polisacàrids vam comentar la seua funció com a molècules de reserva energètica (midó, glicògen). Als animals, el principal element de reserva està constituït pels triglicèrids. Aquests es troben als vòculs dels adipòcits del teixit adipós; els dipòsits subcutanis de greix també serveixen d'aïllant tèrmic i com a coixí protector de cops i contusions. La raó d'aquesta preferència pels lípids radica en què subministren més quantitat d'energia que els glúcids en la seua oxidació als mitocondris (9,4 Kcal/g front a 4,1). Una altra raó radica en què si utilitzarem els glúcids com a element de reserva, el nostre cos augmentaria considerablement el seu pes, cosa que dificultaria la nostra mobilitat; els vegetals, que no presenten aquest problema, emmagatzemen l'energia majorment en forma de sucres tot i que els lípids són majoritaris als fruits i llavors de les plantes oleaginoses (olive, girasol)

2.3. Ceres

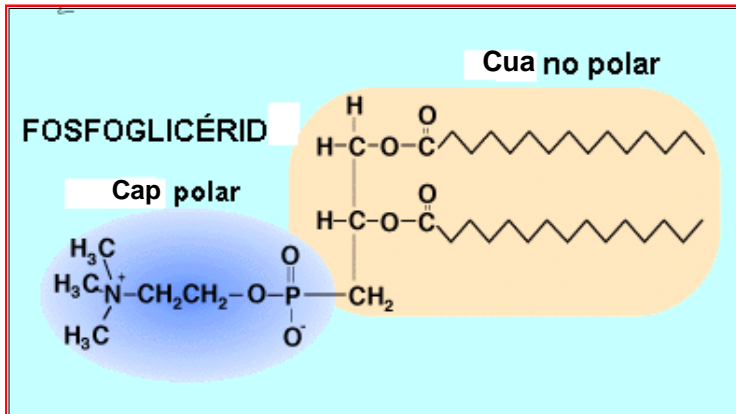
Són molècules lineals resultants de la unió d'un àcid gras amb un monalcohol de cadena llarga. Són molècules insolubles en aigua ja que es perden amb la unió els grups polars; a més són impermeables, ja que les diferents molècules s'uneixen entre sí tot formant enllaços de tipus dèbil que exclouen l'entrada de l'aigua

Es troben en la pell, el pèl i les plomes dels vertebrats, a la cutícula de l'exosquelet dels insectes i a la superfície de fruits, fulles i tiges joves de les plantes; la seua missió és protectora i impermeabilitzant

També podem incloure-hi la cutina i la suberina, substàncies hidròfobes i impermeabilitzants que impregnen les parets cel·lulars de les cèl·lules de fulles i tiges, fet que les atorga una gran resistència i evita la desecació de la planta.

2.4. Fosfolípids

Són molècules d'estructura química semblant als greixos neutres, però contenen, a més, fòsfor i nitrogen i presenten una certa polaritat. Estan formats per una molècula de glicerina unida a 2 àcids grassos, mentre que el tercer -OH de la glicerina està unit a una molècula d'àcid fosfòric i a una altra substància polar (alcohol, aminoàcid etc). Els enllaços són de tipus ester.



En el cas de la lecitina (fosfatidilcolina), present al rovell de l'ou, el grup polar està constituït per la colina:

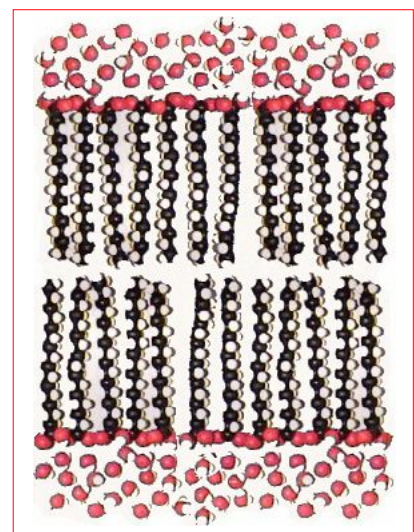


Aquesta estructura la atorga un caracter anfipàtic ja que té una part polar i una altra (àcids grassos) apolar. El seu contacte amb l'aigua suposa la formació de pel·lícules superficials, micel·les o bicapes lipídiques que constitueixen la base de les membranes biològiques. En aquestes, els grups polars es troben en contacte amb el medi aquós intern o extern de la cèl·lula mentre que les cues hidròfobes dels àcids grassos es troben protegides de l'aigua a l'interior de les bicapes. La majoria d'aquestes substàncies són components de les membranes cel·lulars.



Esquerra: Estructura formada per una bicapa lipídica, anàloga a la membrana cel·lular

Dreta: Detall de la bicapa, on es pot apreciar com els grups apolars (negres) es refugien a l'interior de l'estructura, fora del contacte amb l'aigua



2.5. Esfingolípids

Els esfingolípid s tenen una estructura semblant als fosfolípids, derivada de la **ceramida**, un lípid que resulta de la unió, mitjançant enllaç amida, entre un monoalcohol insaturat anomenat **esfingosina** i una molècula d'àcid gras. Aquest compost té dos cues apolars, semblants als fosfolípids, i un grup hidroxil que forma un enllaç ester amb altra molècula (R). A partir dels ceràmids s'obtenen dos grups importants d'esfingolípid s:

- **Esfingofosfolípids**, si R és un àcid fosfòric
- **Glucoesfingolípid s**, si R és un monosacàrid o oligosacàrid.



Exemples d'esfingofosfolípids són les **esfingomielines**, molt abundants en el teixit nerviós on formen les beines de mielina que recobreixen els àxons de determinades neurones (fibres mielíniques). Entre els glucofosfolípids,

els anomenats cerebròsids, abundants a les membranes de les cèl·lules cerebrals.

3. Lípids insaponificables

3.1. Terpens i terpenoides

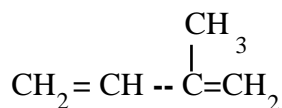
Aquests lípid s insaponificables són derivats de la molècula de l'**isoprè** (2-metil-1,3 butadiè) que es polimeritza i forma estructures lineals i/o cícliques. No presenten àcids grassos a la seua composició. Els terpenoides presenten, a més, altres grups funcionals. Exemples de terpens són:

- **Monoterpens** (2 unitats d'isoprè): les essències vegetals com el mentol, eucaliptol, la càmfora etc .
- **Diterpens** (x4): el fitol, constituent de la clorofila A.
- **Tetraterpens** (x8): determinats pigments fotosintètics com els carotens. El més important d'ells, el β -carotè, de color taronja, presents a moltes hortalisses com la carlota, i que en l'organisme humà genera dos molècules de vitamina A.
- **Politerpens** (∞ molècules): làtex, com el cautxú.

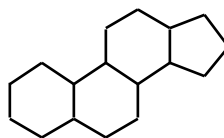
Exemples de **terpenoides** són algunes vitamines com la A, K, i E. La **vitamina A** és imprescindible per a la visió i el manteniment dels epitelis que es forma per processos enzimàtics a partir dels carotens; la **vitamina K** participa en el procés de la coagulació; la **vitamina E** és antioxidant i participa en processos relacionats amb la fertilitat.

Vitamina a

β - carotè



Isoprè

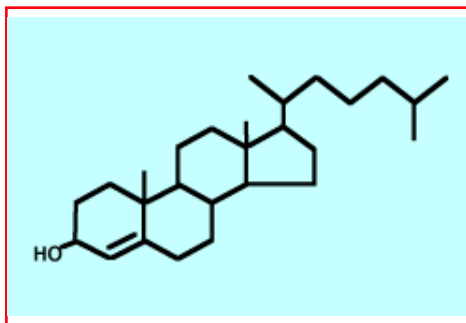


ciclopentà-perhidrofenantrè

3.2. Esteroides

Es tracta d'una sèrie de lípids derivats d'una estructura tetracíclica de nom molt llarg, el ciclopentà-perhidrofenantrè. A partir d'aquesta estructura es formen els esteroides que es diferencien entre si per la posició dels dobles enllaços o la localització d'altres grups funcionals. Alguns exemples són el colesterol, àcids biliars, la vitamina D, les hormones sexuals, etc.

* El **colesterol** és una molècula molt abundant en l'ésser humà i en general a tots els animals. Està present a les membranes de les cèl·lules animals i en el sistema nerviós central i és precursor d'altres molècules com els àcids biliars i de moltes hormones. L'excés de colesterol en sang dona lloc a l'**arteriosclerosi**, quan precipita dipositant-se en les parets internes de les artèries. Per tal de contrarestar el seu excés cal disminuir la seua aportació externa, limitant el consum de greixos animals.



* Els **àcids biliars** són molècules originades a partir de la degradació del colesterol en el fetge. Les seues molècules presenten caràcter anfipàtic, característica que els fa semblants als sabons i fa que puguin actuar d'agents emulsionants formant micelles capaces d'absorbir els greixos a l'intestí prim.

* Les **hormones sexuals masculines (testosterona) i femenines (estrògens i progesterona)** controlen la maduració sexual, el comportament i la capacitat reproductora.

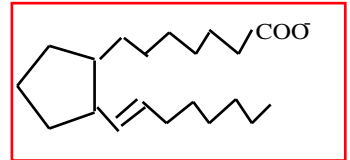
* Les **hormones de l'escorça suprarenal** com ara la **cortisona** que regula el metabolisme dels glúcids, i l'**aldosterona** que regula l'excreció de

l'aigua i les sals minerals pels ronyons.

* La **vitamina D** és imprescindible per a l'absorció intestinal del Ca i el seu metabolisme. Hi ha diverses provitamines com l'ergosterol, que quan es prenen banys de sol es transforma en vitamina D₂.

3.3. Prostaglandines

Les prostaglandines són lípids formats a partir d'una molècula bàsica, el prostanoat, format per 20 C que formen un anell ciclopentà i dues cadenes alifàtiques. Aquest grup de substàncies se



sintetitzen a partir d'àcids grassos insaturats que es troben en els fosfolípids, i actuen a nivell local. Funcionen com a hormones locals, tot i no ser sintetitzades en glàndules endocrines. Les seues funcions són molt diverses:

- a) **Coagulació de la sang.** Les plaquetes produeixen tromboxans, molècules que indueixen l'agregació plaquetària. Les parets arterials produeixen prostaciclina que impideixen la coagulació. En estat normal, l'acció d'ambdues prostaciclina es neutralitzen, però quan hi ha una ferida, la formació de prostaciclina s'inhibeix i per tant, es produeix una coagulació i el tancament de la ferida.
- b) **Dolor i infamació.** En cas de colps, ferides o infeccions les prostaglandines sensibilitzen els receptors de dolors.
- c) **Febre.** L'augment de concentració de les prostaglandines indueix una elevació de la temperatura corporal. Les aspirines inhibeixen la producció d'aquestes prostaglandines

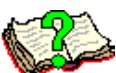
4. Funcions dels lípids

Els lípids desenvolupen quatre tipus de funcions:

1. **Funció de reserva.** Són la principal reserva energètica de l'organisme. Un gram de greix produeix 9'4 quilocalories en las reaccions metabòliques d'oxidació, mentre que proteïnes i glúcids produeixen 4'1 quilocalories/gr.
2. **Funció estructural.** Formen les bicapes lipídiques de les membranes. Recobreixen òrgans i els donen consistència, o protegeixen mecànicament comés el cas del teixit adipós de peus i mans.
3. **Funció biocatalitzadora:** les reaccions químiques dels éssers vius. Cumpreixen aquesta funció les vitamines lipídiques, les hormones esteroidees i las prostaglandines.
4. **Funció transportadora.** El tranport de lípids des de l'intestí fins a punt de destinació és realitzat pels àcids biliars i els proteolípid.

Bibliografia

- # ALBERTS B. (1986) Biologia molecular de la cèlula. Ed. Omega Barcelona (B)
- # DOMENECH X et al (1993) Bioelements i biomolècules. Ed. Barcanova. Barcelona.(B)
- # JIMENO A. (1991) Biología COU. Santillana. Madrid
- # LEHNINGER Curso breve de Bioquímica. Ed Omega. Barcelona (B)
- # PANADERO J. (1990) Biología COU. Ed. Bruño. Sant Adrià de Besòs.(B)



Qüestions de repàs

- 1* L'àcid esteàric té la següent fórmula empírica: $C_{18}H_{36}O_2$. Escriu la seua fórmula abreujada i desenvolupada.
- 2* La fórmula següent correspon a l'àcid oleic: $CH_2-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$. Escriu la fórmula empírica i la desenvolupada.
- 3* Quins àcids grassos formen part de la tripalmitina?. Escriu la reacció i la fórmula d'aquesta molècula; Escriu així mateix la fórmula de la trioleïna
- 4* Escriu uns exemples d'olis, mantegues i sèus
- 5* Escriu les reaccions que porten a la formació de sabó a partir de la trioleïna
- 6* Ordena segons el punt de fusió els següents àcids grassos: Araquídric (20 C, saturat), esteàric, oleic, linoleic (18 C)
- 7* On es produeix aquest emmagatzematge dels greixos al nostre cos? Hi influeix el sexe?
- 8* Indica exemples d'on podem trobar ceres a la natura. Quina és la funció en cada cas?
- 9* Fes un esquema de com seria una molècula de cera i la seua reacció de formació.
- 10* Ara recordarem la història de Blancaneus...La bruixa li regalà una poma roja ben bonica que abans havia fregat per tal de traure'n brillantor . Quin tipus de lípid tenen en la seua pell la poma. Quina funció tenen?
- 11* Quins són els pigments fotosintètics d'una planta? Són tots de color verd? Per què a la tardor les fulles dels arbres esdevenen grogues o marrons?
- 12* Segur que has sentit parlar que la carlota és molt bona per a la vista. Podries donar una explicació científica a aquesta dita popular?
- 13* Segur que has sentit parlar del colesterol, ja que a moltes persones "els ha eixit colesterol a les anàlisis de sang" i han de fer una dieta especial. Busca quines poden ser les conseqüències d'un excés de colesterol en sang. Podriem viure sense colesterol? Quins aliments hauria d'evitar una persona amb excés de colesterol?
- 14* Quina molècula associes amb les pastilles anticonceptives?
- 15* Quina dieta aconsellaries a una persona a la qual han extirpat la bufeta biliar? Per què?
- 16* Què és la margarina?
- 17* Què són les vitamines? Per què són tan importants a la nostra dieta? Quines són les seues funcions
- 18* Defineix els conceptes següents: lipòfil, anfipàtic, esterificació, hidròfob.
- 19* Relaciona mitjançant fletxes els lípids següents i el grup al qual pertanyen

fosfoglicèrid	colesterol
terpén	cerebròsid
esteroide	àcid oleic
esfingolípid	tripalmitina
triglicèrid	lecitina
àcid gras	vitamina A
- 20* Si te donen la fórmula estructural d'un àcid gras, en què et basaries per saber si es tracta d'una substància sòlida o líquida a temperatura ambient?.

