

TEMA 3

OS LÍPIDOS

1.- CARACTERÍSTICAS DOS LÍPIDOS

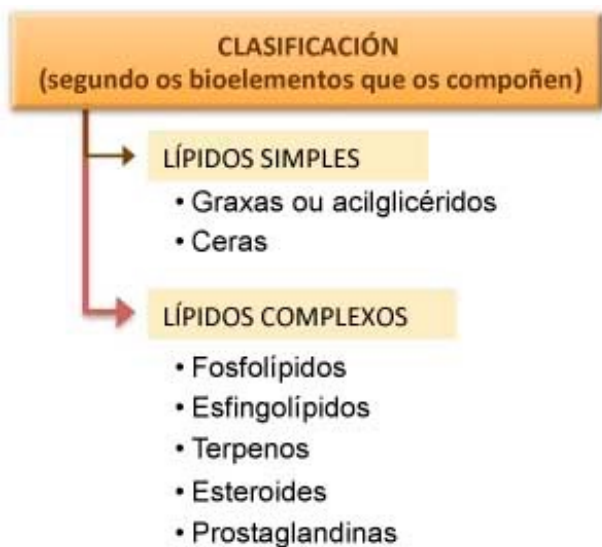
Os **lípidos** son un grupo moi heteroxéneo de moléculas orgánicas formadas esencialmente por **carbono (C)**, **hidróxeno (H)** e algo menos de **osíxeno (O)**, aínda que os de maior complexidade tamén poden conter **nitróxeno (N)**, **fósforo (P)** e **xofre (S)**.



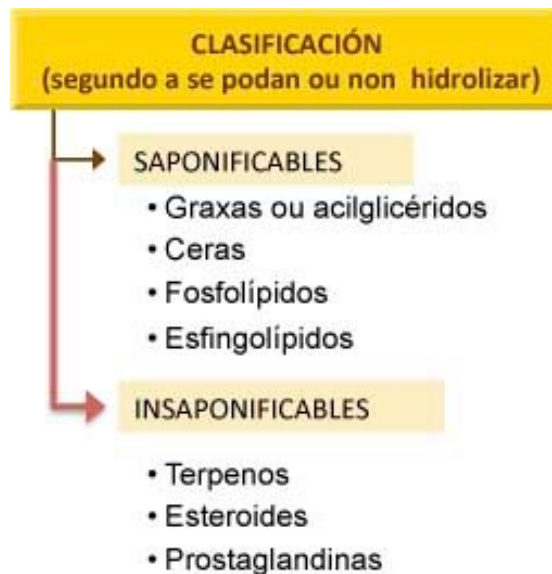
Teñen en común as seguintes características ou propiedades físicas:

- son **insolubles en auga**, e outros disolventes polares
- son **solubles en disolventes orgánicos** (non polares) como benceno, éter, cloroformo, gasolina..
- son moi **pouco densos**.
- presentan un **aspecto graxo**, teñen un **brillo característico** e son **untuosos ao tacto**.

Os lípidos son están moi presentes nos seres vivos realizando moitas funcións variadas, pero fundamentais para o bo funcionamento das células e dos organismos. Existen tecidos como o **adiposo** que almacena moita cantidade de lípidos.

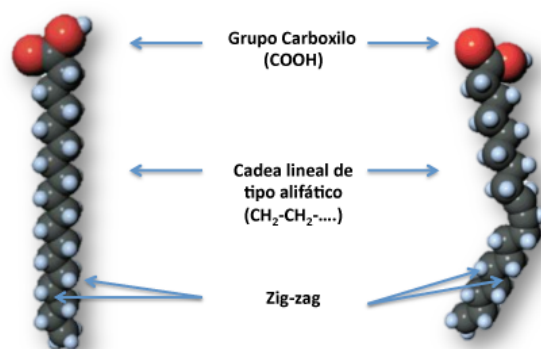


1.1- Clasificación dos lípidos



A clasificación dos lípidos ten certa dificultade ao tratarse dun grupo tan **heteroxéneo**. Para clasificalos pódense usar criterios moi diferentes. Así unha maneira fácil de ordenalos sería a que distingue entre **lípidos simples** (constituídos so por átomos de C, H e O) e **lípidos complexos** (que teñen tamén N e P). Tamén pódense separar entre **lípidos saponificables** (se se poden hidrolizar) e os **insaponificables** (non se hidrolizan). Segundo a **súa estrutura molecular** divídense en tres grupos:

- **Ácidos graxos**. Están formados por **longas cadeas carbonadas** (entre 4 e 24 carbonos) nas que no extremo hai un ácido carboxílico. Son moi raros na natureza en estado libre.
- **Lípidos saponificables**. Están **compostos de ácidos graxos e outras moléculas como glicerina ou alcol**. Poden producir a reaccións de **saponificación**. Os lípidos complexos poden ter ademais de C, O, H, tamén N, P e S.
- **Lípidos insaponificables**. **Non se poden saponificar**. Non conteñen ácidos graxos e derivan de unhas serie de moléculas: isoprenoides, esteroides, prostaglandinas.

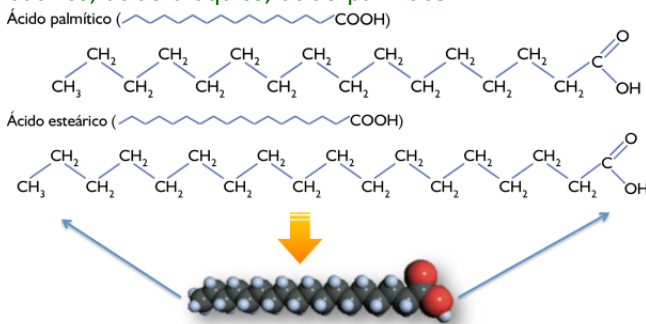


2.- OS ÁCIDOS GRAXOS

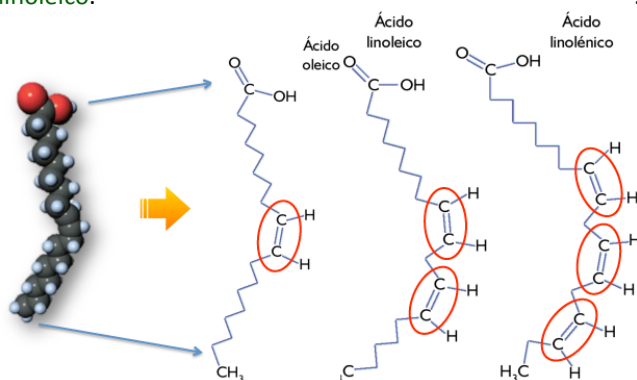
Os **ácidos graxos** son ácidos carboxílicos que forman cadeas lineais hidrocarbonada de tipo **alifático**, é dicir, lineal ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$); cun número par de átomos de carbono, o último dos cales constitúe un **grupo carboxilo** ($-\text{COOH}$), tamén denominado **grupo ácido**. Os máis abundados son os de 14 a 22 carbonos, destacando entre eles o **ácido palmítico** e **oleico**. Os cadea forma un zig-zag debido a xeometría dos enlaces que forman ángulos de $109,5^\circ$.

Podémolos clasificar en dous grupos:

- **Ácidos graxos saturados.** Son os ácidos graxos **sen dobres enlaces na cadea**, e dicir que **só teñen enlaces simples** entre os átomos de carbono. Por iso as cadeas que forman son rectilíneas. Por exemplo o **ácido esteárico**, **ácido butírico**, **ácido aráquico**, **ácido palmítico**



- **Ácidos graxos insaturados ou non saturados.** Teñen un ou máis **dobres enlaces entre os carbonos da cadea** e, por iso, as súas moléculas presentan **cóbdos nos lugares onde están os dobres enlaces**. Os que teñen un **único enlace dobre** denomínanse **monoinsaturados**, por exemplo, o **ácido oleico**, e se **teñen máis de un** chámase **polinsaturados**, por exemplo, o **ácido araquidónico**, o **ácido linoleico**.



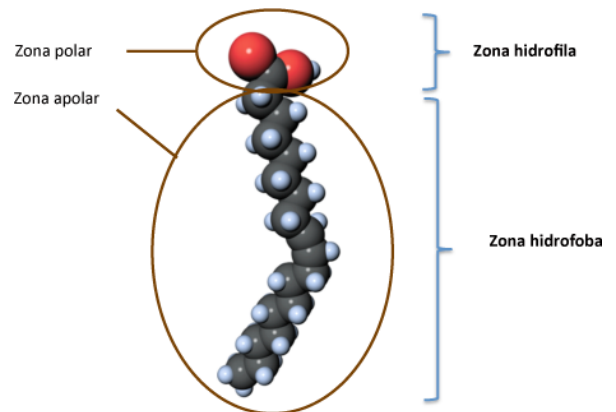
Os ácidos graxos que requiren os mamíferos conséguenos na dieta o na síntese metabólica. Máis existen algúns **ácidos graxos** chamados **esenciais**, que o **organismo non pode fabricar e por tanto ten que conseguilos diariamente na dieta** como son no caso dos seres humanos o **ácido linoleico** e **ácido linolénico**.

ácidos graxos saturados	fórmula	esqueleto carbonado	punto de fusión ($^\circ\text{C}$)
láurico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$	12:0	44,2
mirístico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{COOH}$	14:0	53,9
palmítico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$	16:0	63,1
esteárico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	18:0	69,6
araquídico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{18}-\text{COOH}$	20:0	76,5
lignocérico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{22}-\text{COOH}$	24:0	86,0
ácidos graxos insaturados			
palmitoleico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	16:1	-0,5
oleico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	18:1	13,4
linoleico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	18:2	-5
linolénico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	18:3	-11
araquidónico	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	20:4	-49,5

2.1.- Propiedades físicas dos ácidos graxos

As principais propiedades físicas dos ácidos graxos son:

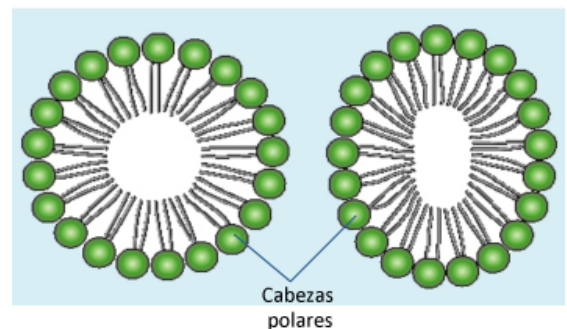
- **Carácter anfipático.** Ao **non ter grupos polares**, a cadea carbonatada resulta **insoluble en auga (hidrofoba)**, sen embargo ten un **extremo carboxilo que si é polar que si é soluble (hidrófilo)**, pol que fálase de unha cabeza hidrófila

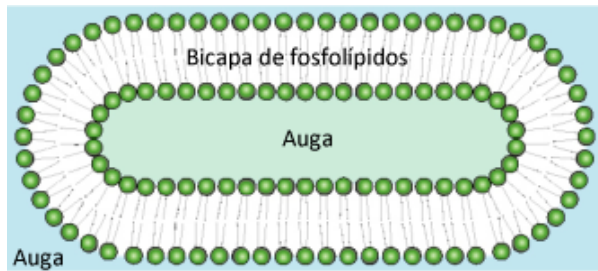


e unha cola hidrófoba. Este dobre comportamento na molécula fai que os ácidos graxos en contacto coa auga se orienten de forma que as **cabezas apuntan cara a auga mentres que as colas se sitúan en posición oposta**. As colas son capaces de establecer **enlaces de Van der Waals** con outras moléculas lipídicas.

- **Solubilidade.** A partir de oito carbonos os ácidos alifáticos son practicamente insolubles en auga e, polo tanto, xa se consideran ácidos graxos. **Canto maior é a cadea dun ácido graxo, máis insoluble é en auga e máis soluble é en disolventes apolares.**

Cando os ácidos graxos entran en contacto coa auga orixinan unhas estruturas máis ou menos esféricas denominadas **micelas** que segundo o número de capas pódense distinguir dous tipos:

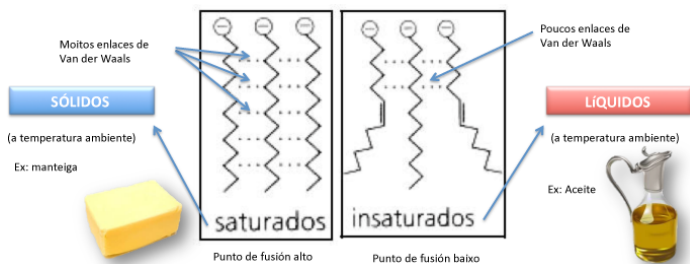




- **Micelas monocapas.** Formadas por unha soa capa. No interior hidrofóbico non hai practicamente auga. Se atrapan aire dize que a dispersión presenta un **efecto espumoso** e se contén gotiñas de lípidos no seu interior ten un **efecto emulsionante** ou **deterxente**.

- **Micelas bicapas.** Formadas por dúas capas que engloban auga no interior e que orixinan as partes máis importantes das membranas da células.

- **Punto de fusión baixo.** O punto de fusión aumenta co tamaño do ácido graxo e diminúe co grao de insaturación (cos dobres enlaces). Canto máis longo é ácido graxo máis enerxía se precisa para romper os enlaces xa que se incrementan as interaccións de Van der Waals con outras cadeas semellantes. A presenza de dobres enlaces, crea cóbdos nas moléculas que



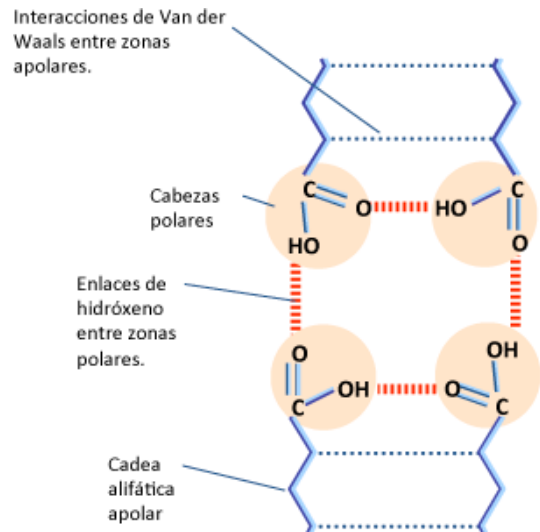
difícultan a formación de interaccións de Van der Waals e por tanto ao seu punto de fusión diminúe. Debido a iso, a temperatura ambiente, os compostos de **ácidos graxos insaturados son líquidos** (ex: o aceite de fritir é líquido) e os de **ácidos graxos saturados son sólidos** (ex: a manteiga e os sebos, son sólidos).

- **Empaquetamento de moléculas por enlaces de Van der Waals.** Ao ser alongadas as cadeas lipófilas, poden aumentar o número de enlaces de Van der Waals que forman coas cadeas veciñas e polo tanto o seu empaquetamento, co cal este tende a volver estas agrupacións en sólidos. O feito de que aparezan dobres enlaces dificulta dito empaquetamento e rebaixa o punto de fusión.

2.2.- Propiedades químicas dos ácidos graxos

O grupo carboxilo dos ácidos graxos permite dúas reaccións químicas que son opostas:

- **Esterificación.** É o proceso de formación dun **éster** e auga ao reaccionar un ácido graxo ($R_1\text{-COOH}$) con alcohol ($R_2\text{-OH}$). Un éster é a unión dun ácido graxo e un alcohol



mediante un enlace covalente denominado **enlace éster**. A maioría dos lípidos son ésteres.

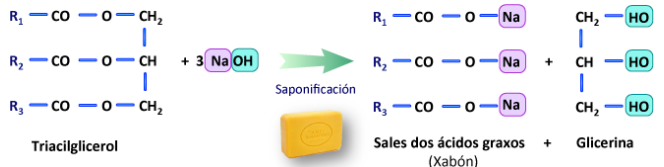
Nos mamíferos e en moitos outros animais, durante a dixestión, pola acción das encimas lipasas, os ésteres hidrolízanse e dan lugar a ácidos graxos e alcohol.



- **Saponificación.** É un proceso químico no que se forma **xabón** a partir de graxas. Na saponificación xeralmente faise reaccionar un hidróxido ou base forte (normalmente hidróxido de sodio, NaOH ou de potasio KOH) cun triglicérido que dá lugar a un sal de ácido graxo, comunmente denominado **xabón**, e glicerina.

Os ácidos graxos son insolubles en auga; con todo, os xabóns, aínda que non son verdadeiramente solubles, si son dispersables e, grazas a iso, permiten dispersar os lípidos no seo da auga.

O grupo carboxilo (-COOH) do ácido graxo ionízase moi pouco, é dicir, apenas orixina -COO^- e H^+ , pero o grupo -COONa e o grupo -COOK si se ionizan fortemente, é dicir, orixinan moitos radicais -COO^- . A gran cantidade de radicais ionizados fai que os xabóns sexan boas substancias emulsionantes.



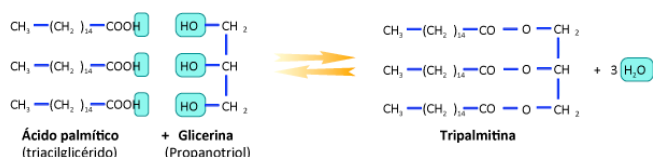
3.- LÍPIDOS SAPONIFICABLES

Os **lípidos saponificables** son **ésteres** formados pola unión dun ácido graxo e un alcol ou outra moléculas. Os ácidos graxos son de cadea longa e presentan reaccións de saponificación ou hidrólise alcalina.

3.1.- Lípidos simples ou hololípidos

Son compostos de carácter neutro e hidrofobos. ésteres formados exclusivamente por ácidos graxos e un alcohol. Clasifícanse en función do alcol que forma parte da molécula en dous grupos:

- **As graxas ou acilglicéridos.** Son os ésteres formados pola esterificación de **glicerina** (propanotriol) con unha, dúas ou tres moléculas de ácidos graxos, e que se denominan **monoacilglicéridos, diacilglicéridos e triacilglicéridos** ou



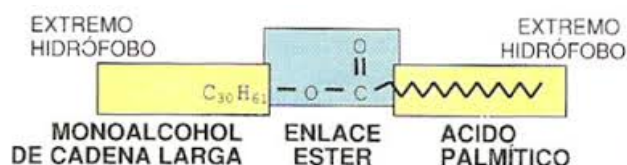
triglicéridos.

A maioría dos acilglicéridos son os triacilglicéridos e carecen de polaridade, polo que tamén se denominan **graxas neutras**. Ao ser apolares son insolubles en auga polo que flotan sobre ela debido a súa menor densidade. Cando reaccionan con hidróxidos dan lugar a xabóns, é dicir son saponificables. As graxas xeran moita cantidade de enerxía (9,4 kcal/g) polo que debido a súa insolubilidade pódense almacenar en grandes cantidades sen modificar a presión osmótica celular, formado tecidos de reserva enerxética (como o tecido adiposo). As graxas tamén poden actuar como amortecedores mecánicos e illantes térmicos.

Segundo o tipo de ácido graxo poden ser:

- **Aceites.** Presentan **ácidos graxos insaturados** e a temperatura ambiente son **líquidos**. Por exemplo, o aceite de oliva está constituído basicamente polo triglicérido **trioleína**, que está formado por unha glicerina e tres ácidos oleicos.
- **Sebos.** Presentan **ácidos graxos saturados** e a temperatura ambiente son **sólidos**. Por exemplo, o sebo de boi está constituído polo triglicérido **triestearina**, que está formado por unha glicerina e tres ácidos esteáricos.
- **Manteigas.** Teñen **ácidos graxos de cadea curta**. Como estes. teñen puntos de fusión baixos, a temperatura ambiente son **semisólidos**. Ten moitos tipos diferentes de acilglicéridos.
- **Céridos ou ceras.** Son moléculas sólidas formadas por ésteres entre un **alcohol monovalente de cadea longa** e unha molécula de **ácido graxo de cadea tamén longa**.

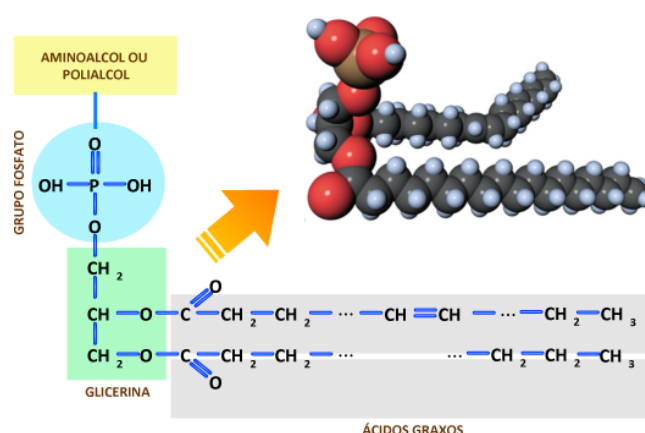
Ao ser moléculas moi lipófilas nos dous extremos son moi insolubles en auga polo que desempeñan funcións de protección e impermeabilización. As ceras as encontramos formando a epiderme e recubrendo moitos órganos



vexetais e animais (froitos, talos, follas, plumas das aves) ou mesturado con outras moléculas formado a cera dos panais das abellas, a cera dos oídos (cerume), a lanolina da la, ou o espermaceti das baleas. Utilízanse moito na industria farmacéutica, da construción, agroalimentaria, etc.

3.2. Lípidos complexos ou heterolípidos

Son moléculas formadas por **ésteres entre un alcohol, ácidos graxos e outros tipos de moléculas**. Son as principais moléculas forman as membranas plasmáticas, polo cal tamén se lles chama **lípidos de membrana**. Son **moléculas anfipáticas** e en contacto coa auga, os lípidos complexos dispóñense formando bicapas, nas cales as zonas hidrófobas quedan na parte interior e as zonas hidrófilas nas exteriores, en contacto coas moléculas de auga.



Os lípidos complexos clasifícanse en tres grupos:

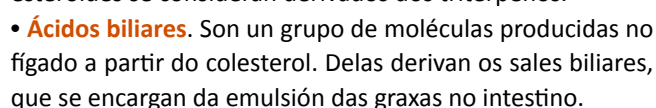
- **Fosfoglicéridos.** Formados por **dous ácidos graxos, unha glicerina, un alcohol e un ácido fosfórico**. Pode ser un alcol ou un aminoalcol, é dicir, un alcol que ten un grupo amino (-NH₂), como por exemplo a serina. O **ácido fosfatídico** ten un ácido graxo saturado outro insaturado, unha glicerina e un ácido fosfórico.

Os ácidos graxos e a glicerina son a parte apolar da molécula, en cambio o ácido fosfórico e o grupo amino ionízanse e constitúen o grupo polar da molécula. Os fosfoglicéridos son moléculas que forman parte da membrana plasmática.

Os fosfoglicéridos máis abundantes son a **cefalina ou fosfatidiletanolamina**, que se encontra no tecido nervioso do cerebro, e a **fosfatidilcolina ou lecitina**, presente no fígado, no cerebro e na xema de ovo e utilizada con fins cosméticos a **fosfatidilserina**, presente no cerebro.

- **Fosfoesfingolípido.** Formados pola unión **dun ácido graxo, unha esfingosina, un grupo fosfato e un aminoalcohol** como a colina. A esfingosina é un aminoalcol de cadea moi longa. Tamén teñen comportamento anfipático.

O máis coñecido é a **esfingomielina**. Está presente nas membranas plasmáticas e son abundantes nas vaíñas de mielina que protexen os axóns das neuronas.



• **Grupo das vitaminas D.** Está formado por un conxunto de esteroides que regulan o metabolismo do calcio e mais a súa absorción intestinal. Cada vitamina D provén dun esteroide diferente. A **vitamina D₂ ou calciferol** fórmase a partir do ergosterol, provitamina de orixe vexetal, e a **vitamina D₃ ou colecalciferol** provén do colesterol. A síntese destas vitaminas é inducida na pel polos raios ultravioletas. A súa carencia orixina raquitismo nos meniños e tamén osteomalacia nos adultos.

• **Estradiol.** É a hormona encargada de regular a aparición dos caracteres sexuais secundarios femininos.

4.2.2. Hormonas esteroideas

Teñen un átomo de osíxeno unido ao carbono 3 por medio dun dobre enlace. Diferéncianse dous grupos: as **suprarrenais** e as **sexuais**.

-**Hormonas suprarrenais:**

• **Cortisol.** Actúa favorecendo a síntese de glicosa e de glicóxeno e o catabolismo dos lípidos e proteínas. Sintetízase nas cápsulas suprarrenais do extremo apical de cada ril.

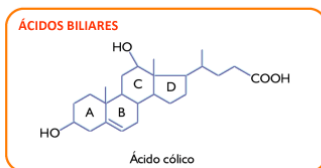
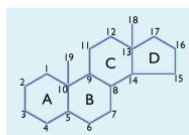
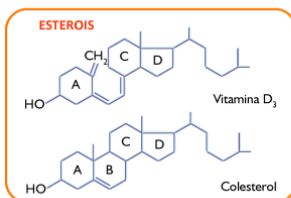
• **Aldosterona.** Incrementa a reabsorción de ións sodio e cloro no ril. Sintetízase na codia suprarrenal.

-**Hormonas sexuais:**

• **Proxesterona.** Actúa na primeira parte do ciclo menstrual preparando os órganos sexuais femininos para a xestación e a implantación do embrión.

• **Testosterona.** É a responsable dos caracteres sexuais masculinos. É producida polos testículos.

Son derivados do ciclopentanoperhidrofenantreno



4.3.- Prostaglandinas

As **prostaglandinas** se forman polo ciclado de ácidos graxos poliinsaturados como o ácido araquidónico. Sintetízanse continuamente, por acción de encimas como as cicloxixenases. Prodúcese en cantidades moi baixas e sempre actúan localmente. Illáronse por primeira vez en secrecións prostáticas, pero sábese que se forman en



moitos tecidos animais e independentes do sexo. As funcións das prostaglandinas son moi diversas e segundo ca que estean relacionadas pódense agrupar da seguinte forma:

5.- FUNCIÓNS DOS LÍPIDOS

Os lípidos exercen principalmente as seguintes funcións:

• **Reserva enerxética.** Os lípidos son a principal reserva enerxética do organismo. A gran cantidade de enerxía que desprenden as graxas é debida en gran parte á oxidación dos ácidos graxos nas mitocondrias. Así esta función prodúcen os seguintes tipos de moléculas:

- Os **ácidos graxos** son os mellores combustibles celulares usados no metabolismo.

- As **graxas animais**, son reservas enerxéticas nos tecidos adiposos.

- As **graxas vexetais** son reservas enerxéticas en sementes e froitos.

• **Estrutural.** Na célula, os lípidos forman as bicapas lipídicas da membrana plasmática e tamén das membranas dos orgánulos celulares. Realizan esta función os **fosfoglicéridos**, os **fosfoesfingolípido**s, os **glicoesfingolípido**s e mais o **colesterol**.

• **Protectora.** Nos órganos, recobren estruturas e protéxenos mecanicamente de golpes, por exemplo, as **graxas** que rodean os riles. Outros, protexen a superficie do organismo, por exemplo, as **ceras** dos cabelos e dos froitos. Outros tamén teñen función de protección térmica, como os **acilglicéridos**, que se almacenan no tecido adiposo dos animais que viven en climas fríos. Outra función estrutural dos lípidos é a protección mecánica, coma a dos tecidos adiposos que están situados, por exemplo, na planta do pé e na palma da man das persoas.

• **Biocatalizadora.** Os lípidos por si mesmos non son biocatalizadores, pero algúns interveñen na súa síntese ou actúan conxuntamente con eles. Cumpren esta función as **vitaminas lipídicas**, as **hormonas lipídicas** e as **prostaglandinas**.

• **Transportadora.** O transporte dos lípidos desde o intestino ata o lugar onde se utilizan ou ata o tecido adiposo, onde se almacenan, faise pola vía da súa emulsión, grazas aos **ácidos biliares** e aos **proteolípido**s, que son asociacións de proteínas específicas con **triacilglicéridos**, **colesterol** e **fosfoglicéridos**, e que permiten o seu transporte polo sangue e a linfa.

TIPO	NATUREZA QUÍMICA	FUNCIÓN
ÁCIDOS GRAXOS	Ácidos orgánicos monocarboxílicos saturados ou insaturados.	Precusores doutros lípidos.
ACILGLICÉRIDOS	Glicerina esterificada con un, dous ou tres ácidos graxos.	Reserva enerxética e illante.
CERAS	Ésteres dun ácido graxo e un monoalcol ambos de cadea longa.	Protección e revestimento.
FOSFOLÍPIDOS	Glicerina esterificada cun grupo fosfato, unido a súa vez a un aminoalcol ou polialcol e dous ácidos graxos.	Formación de membranas biolóxicas.
ESFINGOLÍPIDOS	Unha ceramida unida a un grupo polar.	Membranas biolóxicas, especialmente no sistema nervioso.
TERPENOS	Derivados da polimerización do isopreno.	Pigmentos e vitaminas.
ESTEROIDES	Derivados do ciclopentanoperhidrofenantreno.	Vitaminas, hormonas e ácidos biliares
PROTAGLANDINAS	Derivados de fosfolípidos con ácidos graxos poliinsaturados.	Moi diversas.

SAPONIFICABLES
INSAPONIFICABLES