

LÍPIDOS

Definición

Funciones

Clasificación y tipos

Propiedades

LÍPIDOS

Biomoléculas insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos

(benceno, cloroformo, éter, hexano, etc.)

propiedad no exclusiva ni general

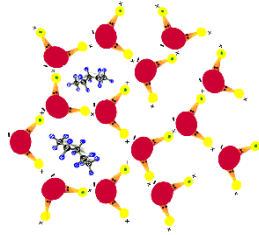
Definición aplicable a partes de la molécula

Hay lípidos solubles en agua (gangliósidos)

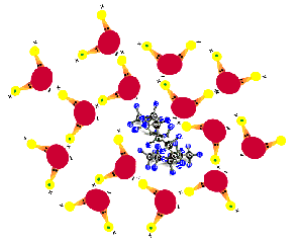
Existen biomoléculas insolubles en agua que no son lípidos (celulosa)

- Pueden estar unidos covalentemente a otras biomoléculas (glicolípidos, proteínas aciladas (con ácidos grasos) o proteínas preniladas (con lípidos isoprenoides))
- *Presentan asociaciones no covalentes con otras biomoléculas (lipoproteínas, estructuras de membrana)*
- Son hidrofóbicos (poseen estructuras fundamentalmente hidrocarbonadas)
- *En medios acuosos, el agua se ordena y reduce movilidad del lípido (proceso energéticamente desfavorable)*
- **Efecto hidrofóbico:** agregación de moléculas que minimiza disminución de entropía

La estructura del agua pura se modifica en presencia de un lípido “dispersado” (disminución de entropía)



La mínima disminución de entropía se consigue mediante la agregación de las moléculas lipídicas (efecto hidrofóbico)



FUNCIONES

Energética

- Reserva energética de uso tardío
- Contenido calórico de 10 Kcal/g
- Pueden metabolizarse sólo aeróbicamente



Reserva de agua

- Combustión aerobia de los lípidos produce gran cantidad de agua (alto grado de reducción)



Ej. 1 mol de ácido palmítico puede producir hasta 122 moles de agua metabólica

Activación

Ácido palmítico ($C_{16}H_{32}O_2$) + ATP + CoA + $H_2O \rightarrow$ palmitoil-CoA + AMP + 2 Pi

β -oxidación del palmitoil-CoA

Palmitoil-CoA + 7 FAD + 7 H_2O + 7 NAD^+ + 7 CoA $\rightarrow$ 8 acetil-CoA + 7 $FADH_2$ + 7 NADH + 7 H^+

Ciclo de Krebs

Acetil-CoA + 2 H_2O + 3 NAD^+ + GDP + Pi + FAD $\rightarrow$ 2 CO_2 + CoA + 3 NADH + 3 H^+ + GTP + $FADH_2$

Cadena de transporte electrónico mitocondrial, que vuelve a sus formas oxidadas los equivalentes de reducción en forma de **NADH + H^+** y **$FADH_2$** , procedentes tanto de la β -oxidación como del ciclo de Krebs, al ceder estas moléculas sus electrones a los componentes de la cadena; estos electrones acaban llegando al oxígeno, que se reduce a agua:

$NADH + H^+ + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow NAD^+ + H_2O$

$FADH_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow FAD + H_2O$

Síntesis de ATP, que aprovecha la energía del gradiente electroquímico de protones que se genera en el paso de electrones a través de los complejos de la cadena de transporte electrónico; esos protones volverán del espacio intermembranal al interior de la mitocondria mediante una ATPasa tipo F, la ATP sintasa (EC 3.6.3.14), y la energía acumulada en el gradiente se acopla para permitir la síntesis de ATP (2,5 ATP a partir de $NADH + H^+$ y 1,5 ATP a partir de $FADH_2$)

$ADP + Pi \rightarrow ATP + H_2O$

Con estos datos, la producción total de agua metabólica del catabolismo oxidativo de un mol de ácido palmítico es:

Proceso	Consume	Produce	Total
Activación	1 H_2O		-1
β -oxidación	7 H_2O		-7
Ciclo de Krebs	8 x 2 H_2O		-16
Fosforilación oxidativa		Cadena de transporte electrónico: (7 + 24) $NADH + H^+ \rightarrow$ 31 (7 + 8) $FADH_2 \rightarrow$ 15 Síntesis de ATP: 31 x 2,5 = 77,5 15 x 1,5 = 22,5	146
Moles de agua por mol de ácido palmítico de partida			122

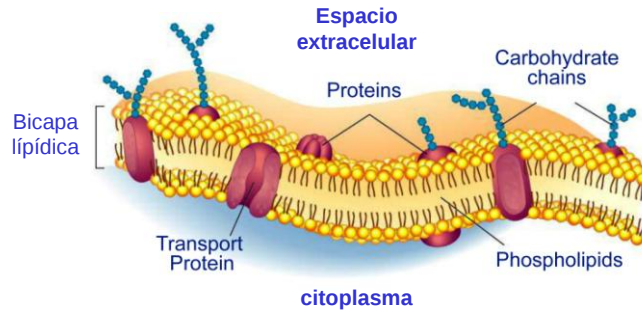
Producción de calor

- Como tejido adiposo especializado (grasa parda o marrón).
- Combustión de lípidos desacoplada de fosforilación oxidativa (no se produce ATP)
- Energía derivada de combustión de triacilgliceroles destinada a producción de calor

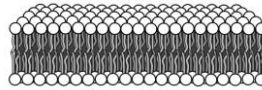


Estructural

- Interfase célula-medio debe ser necesariamente hidrofóbica
- Membrana formada por lípidos anfipáticos
- Forman bicapa lipídica de membrana plasmática en medio acuoso (modelo mosaico fluido)



- Organelas de células eucariotas (núcleo, mitocondrias, cloroplastos, lisosomas, etc) poseen membrana con bicapa lipídica (fosfolípidos)



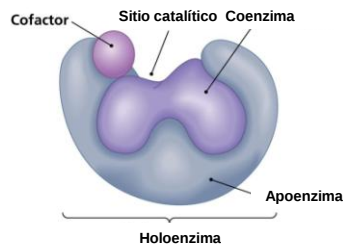
Protección

- Ceras otorgan protección física a distintos órganos de plantas



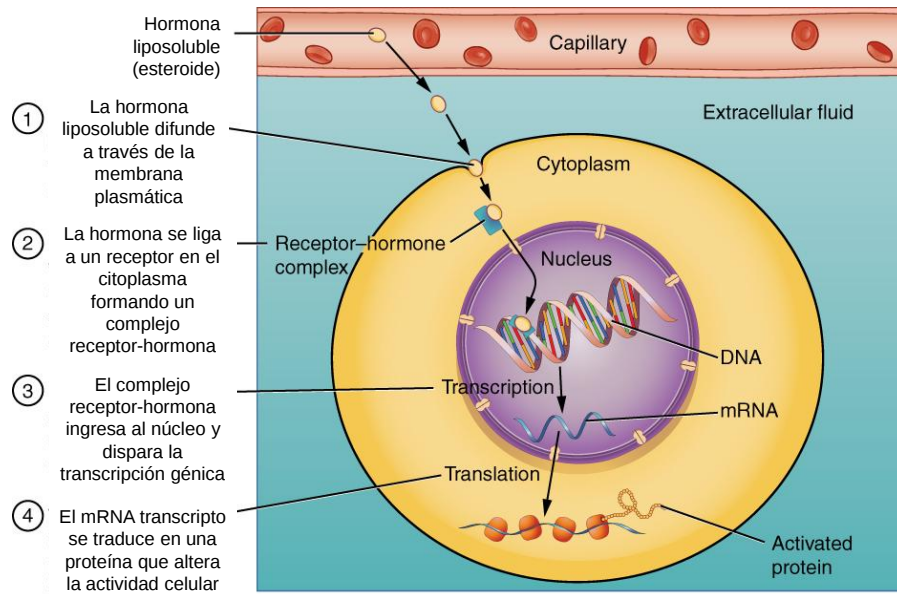
Catalítica

- Muchas vitaminas actúan como coenzimas
Ejs. retinoides (vitamina A), tocoferoles (vitamina E), naftoquinonas (vitamina K) y calciferoles (vitamina D)



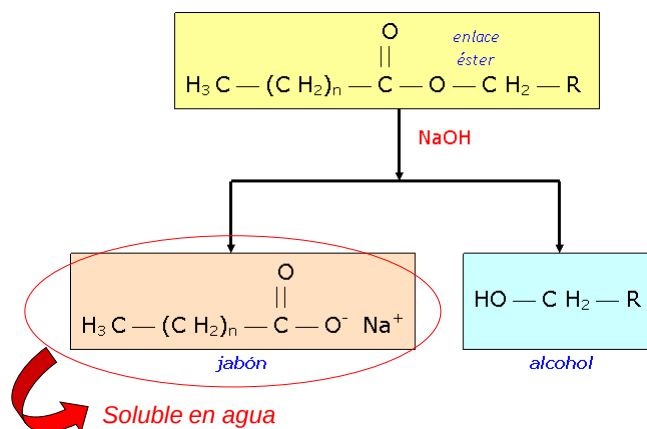
Señalización celular

- Esteroides, prostaglandinas, leucotrienos, calciferoles, etc. (hormonas) funcionan como señales químicas (comunicación entre órganos tejidos)



CLASIFICACIÓN

criterio empírico: *reacción de saponificación*



SAPONIFICABLES	Ácidos grasos y derivados	Ácidos grasos saturados	
		Ácidos grasos insaturados	
		Derivados	<i>Hidroxiácidos grasos Ácidos grasos ramificados Ácidos grasos cíclicos Ácidos grasos con triples enlaces</i>
	Eicosanoides	Prostaglandinas Tromboxanos Leucotrienos	
	Lípidos neutros	Acilgliceroles Ceras	
	Lípidos anfipáticos	Glicerolípidos	<i>Glicoglicerolípidos Fosfoglicerolípidos</i>
Esfingolípidos		<i>Glicoesfingolípidos Fosfoesfingolípidos</i>	
INSAPONIFICABLES	Isoprenoides	Terpenos	<i>Retinoides Carotenoides Tocoferoles Naftoquinonas Dolicoles</i>
		Esteroides	<i>Esteroles Sales y ácidos biliares Hormonas esteroidales</i>
	No isoprenoides	Hidrocarburos	
		Lípidos pirrólicos	

LÍPIDOS SAPONIFICABLES

- Lípidos derivados por esterificación u otras modificaciones de ácidos grasos
- Se biosintetizan a partir de la unión sucesiva de unidades de dos átomos de carbono

Ácidos grasos y sus derivados

Eicosanoides

Prostaglandinas
Tromboxanos
Leucotrienos

Lípidos neutros

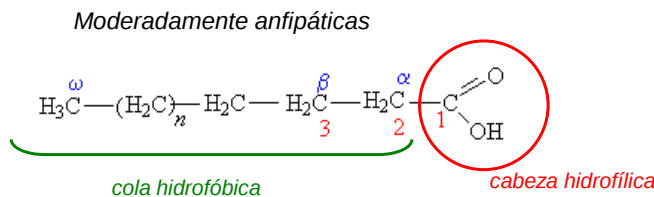
Acilgliceroles
Ceras

Lípidos anfipáticos

Glicerolípidos
Esfingolípidos

ÁCIDOS GRASOS Y SUS DERIVADOS

- Ácidos monocarboxílicos de cadena larga
- En general, poseen número par de átomos de carbono (entre 12 y 24)
- Ácidos grasos con número impar de C derivarían de metilación de aquellos de cadena par



A mayor ***n***, mayor carácter anfipático, mayor insolubilidad en agua

ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

- Muy poco reactivos
- Por lo general, contienen número par de C

Los más abundantes: ***palmítico*** (hexadecanoico, C16:0)
esteárico (octadecanoico, C18:0)



- Si $n < 10$: líquidos a temperatura ambiente y parcialmente solubles en agua
- Si $n > 11$: sólidos y prácticamente insolubles en agua
- Adoptan conformación alternada todo-anti (máximo de simetría cristalina); puntos de fusión elevados (aumenta con n)
- Ácidos grasos de cadena impar poseen menor simetría de cristal; menores puntos de fusión.

Ejs.

propiónico (C3:0)
valeriánico (pentanoico, C5:0)
pelargónico (nonanoico, C9:0)



- Grasas: lípidos ricos en ácidos grasos saturados

Ácidos grasos saturados

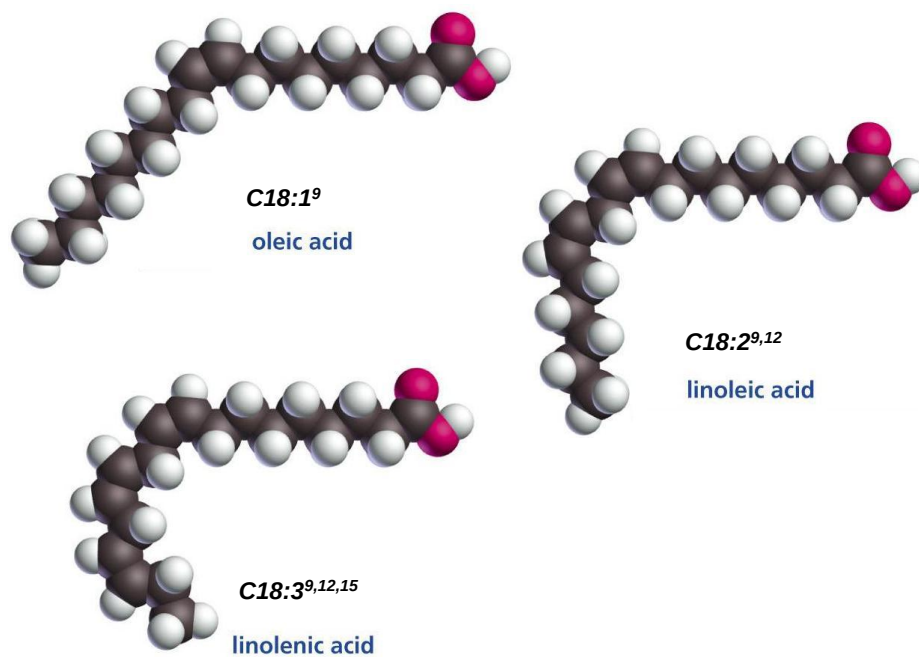
$\text{HCOOH} =$		methanoic acid (formic acid)	1
		ethanoic acid (acetic acid)	2
		propanoic acid (propionic acid)	3
		butanoic acid (butyric acid)	4
		pentanoic acid (valeric acid)	5
		hexanoic acid (caproic acid)	6
		heptanoic acid (enanthic acid)	7
		octanoic acid (caprylic acid)	8
		nonanoic acid (pelargonic acid)	9
		decanoic acid (capric acid)	10
		dodecanoic acid (lauric acid)	12
		tetradecanoic acid (myristic acid)	14
		hexadecanoic acid (palmitic acid)	16
		octadecanoic acid (stearic acid)	18
		eicosanoic acid (arachidic acid)	20
		docosanoic acid (behenic acid)	22
		tetracosanoic acid (lignoceric acid)	24
		hexacosanoic acid (cerotic acid)	26

ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

- Son comunes los dobles enlaces
- Varios dobles enlaces aparecen cada 3 C

Ejs. **oleico** (9-octadecenoico; $\text{C}_{18}:1^9$)
linoleico (9,12-octadecadienoico, $\text{C}_{18}:2^{9,12}$)
linolénico (9,12,15-octadecatrienoico, $\text{C}_{18}:3^{9,12,15}$)

- En general, insaturaciones son del tipo *cis* (moléculas anguladas)
- Menores puntos de fusión que homólogos saturados (cristales menos compactos)

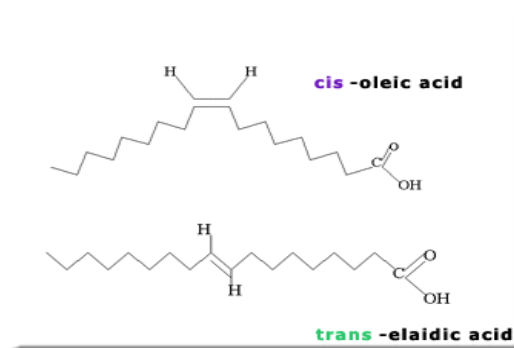


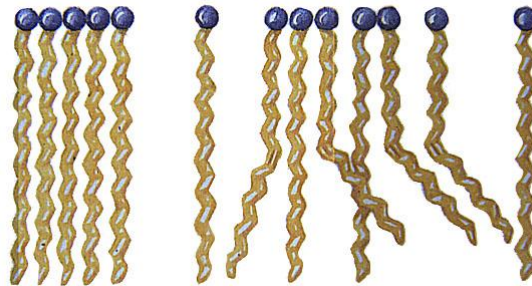
Conformación *trans* distorsiona simetría cristalina (similar a saturados)

ácido esteárico (C18:0)

ácido *trans*-oleico (C18:1^{9t})

ácido *cis*-oleico (C18:1^{9c})





Acidos grasos saturados (izquierda) y mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados(derecha)

Ácidos grasos insaturados de la serie $\omega 3$, $\omega 6$ y $\omega 9$



	Omega-9		Omega-6				Omega-3		
C#	18:1 $\omega 9$ (oleic)	18:2 $\omega 6$ (linoleic)	18:3 $\omega 6$ (γ -linolenic)	20:3 $\omega 6$ (ETA)	20:4 $\omega 6$ (arachidonic)		18:3 $\omega 3$ (linolenic)	20:5 $\omega 3$ (EPA)	22:6 $\omega 3$ (DHA)
1	COOH	COOH	COOH	COOH	COOH		COOH	COOH	COOH
2	C	C	C	C	C		C	C	C
3	C	C	C	C	C		C	C	C
4	C	C	C	C	C		C	C	C
5	C	C	C	C	C		C	C	C
6	C	C	C	C	C		C	C	C
7	C	C	C	C	C		C	C	C
8	C	C	C	C	C		C	C	C
9	C	C	C	C	C		C	C	C
10	C	C	C	C	C		C	C	C
11	C	C	C	C	C		C	C	C
12	C	C	C	C	C		C	C	C
13	C	C	C	C	C		C	C	C
14	C	C	C	C	C		C	C	C
15	C	C	C	C	C		C	C	C
16	C	C	C	C	C		C	C	C
17	C	C	C	C	C		C	C	C
18	C	C	C	C	C		C	C	C
19	C	C	C	C	C		C	C	C
20	C	C	C	C	C		C	C	C
21	C	C	C	C	C		C	C	C
22	C	C	C	C	C		C	C	C

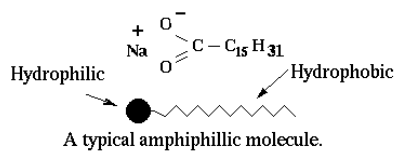
- Algunos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales (linoleico, linolénico y araquidónico)
- Reaccionan fácilmente con ácido sulfúrico para dar sulfonatos
- Adicionan H_2 catalíticamente (transformación de aceites en grasas)
- Se oxidan con O_2 del aire; resultan radicales peróxido y otros radicales libres (enranciamiento)

Number of carbons	Common name	Systematic name	Structure	Melting point °C
Saturated				
12	lauric acid	dodecanoic acid		44
14	myristic acid	tetradecanoic acid		58
16	palmitic acid	hexadecanoic acid		63
18	stearic acid	octadecanoic acid		69
20	arachidic acid	eicosanoic acid		77
Unsaturated				
16	palmitoleic acid	(9Z)-hexadecenoic acid		0
18	oleic acid	(9Z)-octadecenoic acid		13
18	linoleic acid	(9Z,12Z)-octadecadienoic acid		-5
18	linolenic acid	(9Z,12Z,15Z)-octadecatrienoic acid		-11
20	arachidonic acid	(5Z,8Z,11Z,14Z)-eicosatetraenoic acid		-50
20	EPA	(5Z,8Z,11Z,14Z,17Z)-eicosapentaenoic acid		-50

DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS

JABONES

- Sales de los ácidos grasos
- Fuerte carácter anfipático
- Sales de metales alcalinos solubles en agua
- Adoptan en medio acuoso estructuras micelares en equilibrio con formas libres
- Micelas esféricas pueden incluir en su interior grasas neutras



DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS

HIDROXIÁCIDOS GRASOS

- Poseen -OH en cadena hidrocarbonada

Ejs.

ácido cerebrónico (2-hidroxi C24:0)

ácido hidroxinervónico (2-hidroxi C24:115)

ácido ricinoleico (12-hidroxi C18:19)

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{21} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{COOH}$	cerebrónico
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_{12} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{COOH}$	hidroxinervónico
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	ricinoleico

DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS

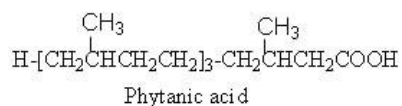
ÁCIDOS GRASOS RAMIFICADOS

Poseen uno o más $-\text{CH}_3$ como sustituyentes en cadena hidrocarbonada

Ejs.

ácido tuberculoesteárico (10-metil esteárico, o 10-metil C18:0)

ácido fitánico (por deficiencias en metabolismo del fitol)

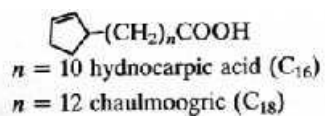


DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS

ÁCIDOS GRASOS CÍCLICO

ácido lactobacílico (con anillo de ciclopropano)

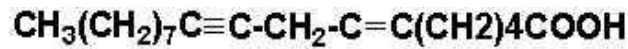
ácido chaulmógrico (con anillo de ciclopenteno)



DERIVADOS DE ÁCIDOS GRASOS

ÁCIDOS GRASOS CON TRIPLES ENLACES

Micomicina y ácido nemotínico (antibióticos)
ácido 6, 9-octadecen-in-oico (de *Ongokea klaineana*)



6,9-octadecenynoic acid



EICOSANOIDES

- Compuestos derivados de ácidos grasos poliinsaturados de 20 C (araquidónico)
- Actúan como hormonas o efectores fisiológicos

PROSTAGLANDINAS

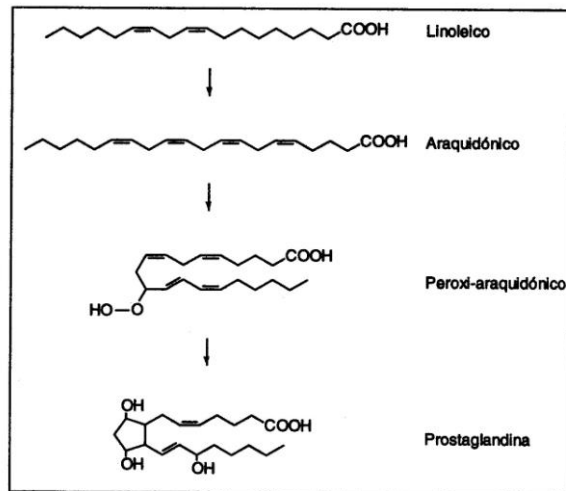
- Derivados del hipotético ácido prostanoico con 20 átomos de C y anillo pentagonal entre los C 8 y 12
- Existen varias familias (PGA, PGB, PGC, PGD, etc)
- Se conocen unas 20 PG (regulan acción hormona)
- PGE y PGF provocan contracción de musculatura lisa



Prostaglandina E₂

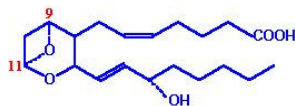
- PGI₂ (prostaciclina): vasodilatador, impide agregación plaquetaria
- PGG y PGH son mediadores en reacción inflamatoria

Pauta biosintética de las prostaglandinas



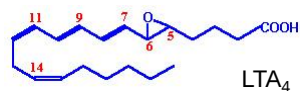
TROMBOXANOS

- Poseen anillo piranósico
- Tromboxano A₂ se sintetiza en plaquetas (desencadena agregación plaquetaria).



LEUCOTRIENOS

- Aparecen frecuentemente combinados con glutatión
- Poseen tres dobles enlaces conjugados
- Mediadores locales en reacciones de tipo alérgico e inflamatorio (LTC₄)



LÍPIDOS NEUTROS

- Ésteres de ácidos grasos con alcoholes
- Poco reactivos



ACILGLICEROLES (o glicéridos)

- Ésteres de ácidos grasos con glicerol
- Forman la mayor parte de los lípidos de reserva energética
- Abundantes en tejido adiposo animal, semillas y frutos de oleaginosas

Monoacilgliceroles (monoglicéridos)

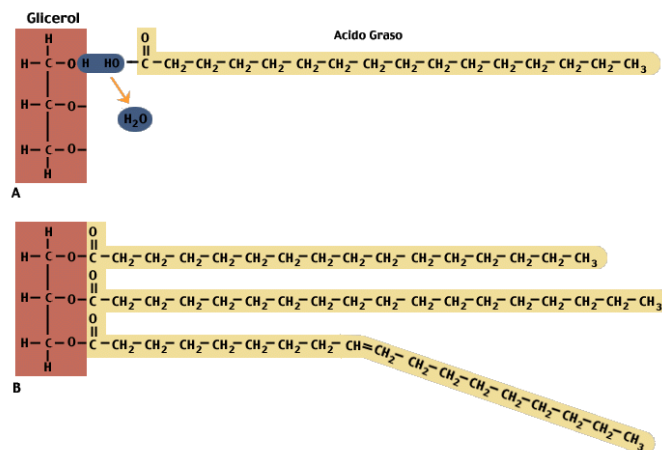
Diacilgliceroles (diglicéridos)

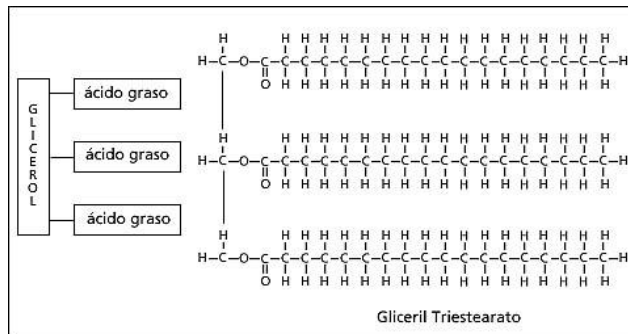
Triacilglicerols (triglicéridos)

Formación de un triglicérido

A: Unión de un ácido graso a glicerol por deshidratación

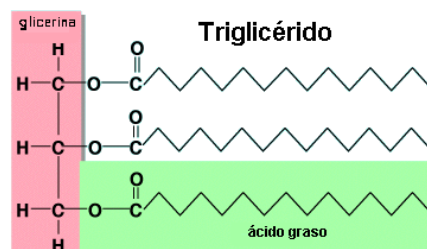
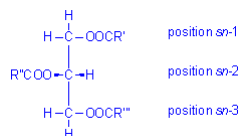
B: Molécula de triglicérido o grasa



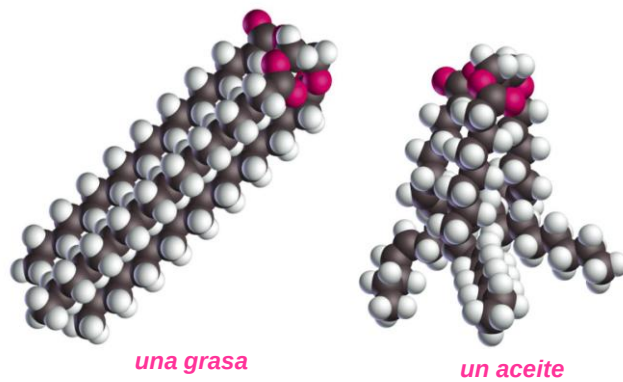


Gliceril triestearato

- Triacilglicerol son mayoritarios (hidrofóbicos)
- Mono y diacilglicerol aparecen como intermediarios en metabolismo de triglicéridos (anfipáticos)



- C 2 puede resultar asimétrico
- Ácidos grasos más frecuentes:
 - palmítico, esteárico** (saturados)
 - oleico, linoleico** (insaturados)
- Es frecuente ácido graso insaturado en *sn*-2
- Triglicéridos animales: mayor % de ácidos grasos saturados (sólidos a T ambiente: grasas)
- Triglicéridos vegetales y de animales marinos: alto % de ácidos grasos insaturados (líquidos a T ambiente: aceites)



CERAS

- Ésteres de ácidos grasos con alcoholes primarios de cadena larga (14 a 32 C, saturados)
- Químicamente inertes
- Función principal: estructural (cubiertas protectoras)

Ejs.

palmitato de miricilo (16C+30C): cera de abejas

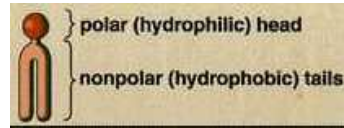
lanolina (alcohol láurico): pelos de mamíferos

palmitato de cetilo (16C): en ballenas



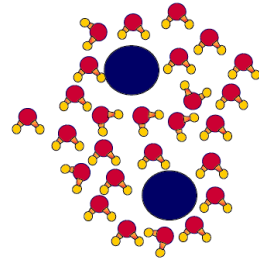
LÍPIDOS ANFIPÁTICOS

- Poseen cadena hidrocarbonada hidrofóbica con grupo fuertemente polar



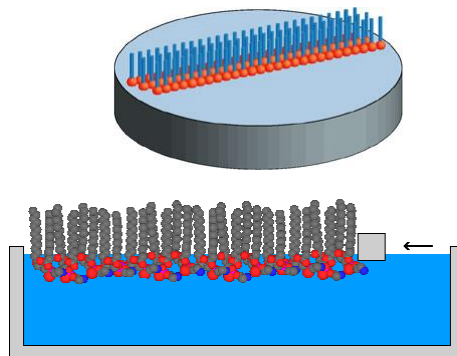
- En medio acuoso presentan efecto hidrofóbico (colas hidrofóbicas crean espacio hidrofóbico y cabezas interaccionan con agua): se evita contacto de parte hidrofóbica con agua

- Monocapas
- Micelas
- Bicapas



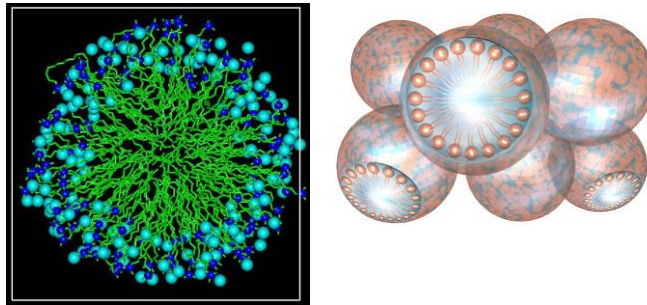
MONOCAPAS LIPÍDICAS

- Se forman en la interfase aire-agua
- Colas se orientan hacia el aire, cabezas hacia el agua
- Son susceptibles de compresión lateral mecánica



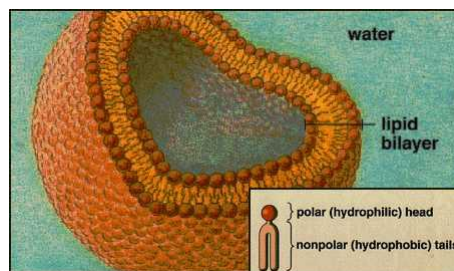
MICELAS

- Se forman en medio acuoso
- Colas se orientan hacia el interior, cabezas en superficie
- Lípidos no solubles en agua quedan atrapados en el interior (efecto detergente.)
- Disoluciones micelares: emulsiones (disoluciones coloidales)



BICAPAS LIPÍDICAS

- Lípidos anfipáticos forman bicapas en seres vivos
- Constituyen base de estructuras de membrana (interfase célula-medio o separación de compartimentos intracelulares)
- Pueden considerarse como dos monocapas superpuestas unidas por sus zonas hidrofóbicas
- Zona hidrofílica flanquea por ambos lados a zona hidrofóbica
- Liposomas: bicapas artificiales



Lípidos anfipáticos se clasifican en función de su grupo polar

Ej. Por naturaleza del alcohol al que se encuentran esterificados los ácidos grasos: Glicerolípidos y esfingolípidos

GLICEROLÍPIDOS

- Glicerol esterificado en posiciones *sn*-1 y *sn*-2 con ácidos grasos
- OH del C *sn*-3 puede estar esterificado:

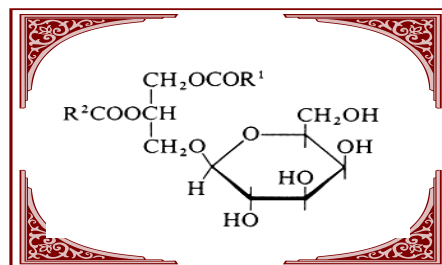


- **Glicoglicerolípidos:** con un azúcar
- **Fosfoglicerolípidos:** con ácido ortofosfórico

GLICOGLICEROLÍPIDOS

- C1 y C2 esterificados con ácidos grasos (linolénico es abundante)
- Grupo OH del C3 forma parte de un enlace glicosídico con el grupo OH 1 de un monosacárido (di o trisacárido)

Ej. β -galactosildiacilglicerol: abundante en membranas de cloroplastos.



FOSFOGLICEROLÍPIDOS (fosfolípidos)

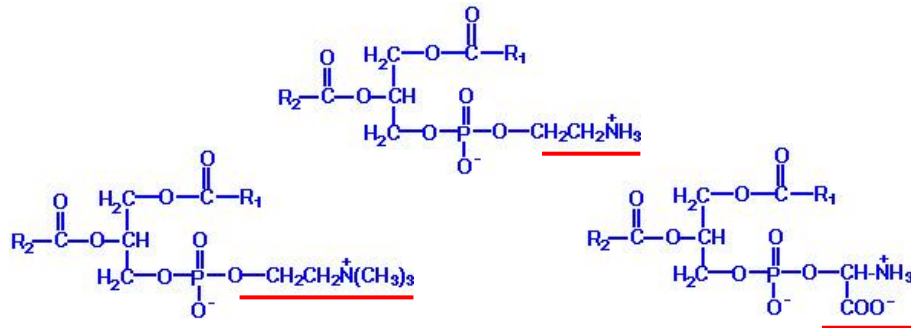
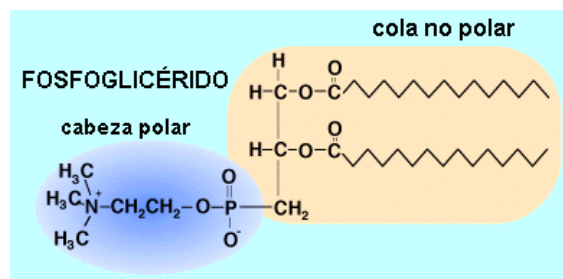
- C1 y C2 esterificados con ácidos grasos
- C3 esterificado con ácido ortofosfórico

Ej. **ácido fosfatídico** (precursor de fosfoglicerolípidos, puede estar esterificado a un segundo alcohol)

fosfatidilcolina o lecitina (2do. alcohol: colina)

fosfatidiletanolamina o cefalina (2do. alcohol: etanolamina)

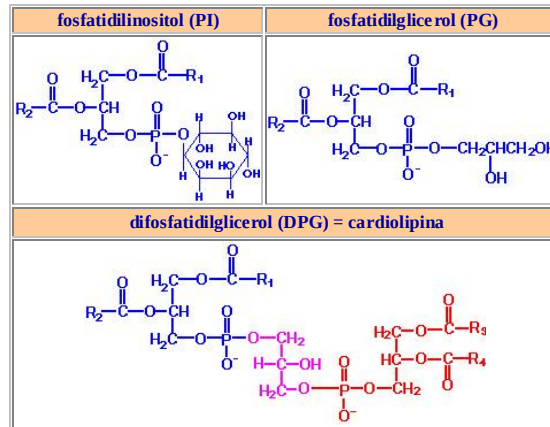
fosfatidilserina (2do. alcohol: serina)

**Carácter anfipático de la fosfatidilcolina**

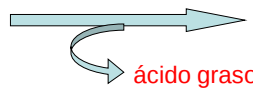
fosfoinosítido o fosfatidilinositol (2do. alcohol: polialcohol cíclico como inositol)

fosfatidilglicerol (2do. alcohol: glicerol)

difosfatidilglicerol (o cardiolipina): grupo fosfato del ácido fosfatídico esterificado con otra molécula de fosfatidilglicerol



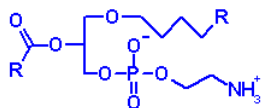
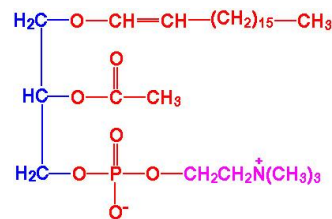
Fosfoglicerolípidos



Lisofosfoglicerolípidos
(lisolecitina)

Plasmalógenos: C1 y C2 no aparecen esterificados con ácidos grasos y se presenta enlace 1-alquenil-éter

Ej. factor activador de las plaquetas (PAF), plasmalógeno de colina con C2 esterificado con ácido acético



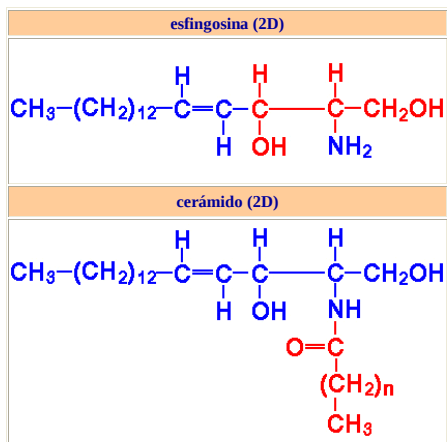
Eterfosfátidos. Presentan alcoholes grasos unidos por enlace éter (muy resistentes a hidrólisis)

ESFINGOLÍPIDOS

- Compuestos por esfingosina (alcohol nitrogenado)
- Normalmente N-sustituido (enlace amida con ácido graso generalmente insaturado)



cerámido o ceramida
(N-acil esfingosina)



Cerámidos { Glicosfingolípidos
Fosfoesfingolípidos

GLICOESFINGOLÍPIDOS

- Cerámido unido por enlace β -glicosídico a un azúcar (monosacárido u oligosacárido)
- Cerámido suele contener ácidos grasos de cadena muy larga (lignocérico, nervónico o cerebrónico)
- Monosacáridos comunes: glucosa, galactosa, L-fucosa, N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina y ácido siálico

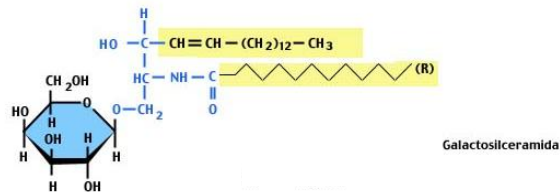


Cerebrósido

Azúcar es un monosacárido

OH 3 puede aparecer esterificado con grupo sulfato (sulfátidos o sulfolípidos)

Hidrólisis de enlace amida genera psicosas (β -esfingosilglicósidos)

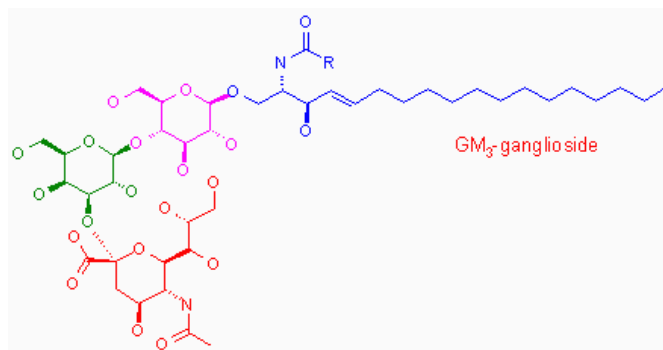


Globósido

Azúcar es un oligosacárido (5-7 unidades)

Gangliósido

Oligosacárido contiene ácido siálico

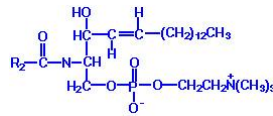


FOSFOESFINGOLÍPIDOS

- Son fosfolípidos
- Cerámido esterificado con grupo fosfato, a su vez, esterificado con alcoholes nitrogenados (colina, etanolamina)

Esfingomielinas

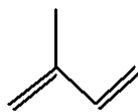
Análogos estructurales de fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina (ceramidofosforilcolina y ceramidofosforiletanolamina).



ceramidofosforilcolina

LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

- Lípidos derivados de la concatenación de unidades isoprénicas



Isoprene

Terpenos

Retinoides
Carotenoides
Tocoferoles
Naftoquinonas
Dolicoles

Esteroides

Esteroles
Sales y ácidos biliares
Hormonas esteroideas

Hidrocarburos

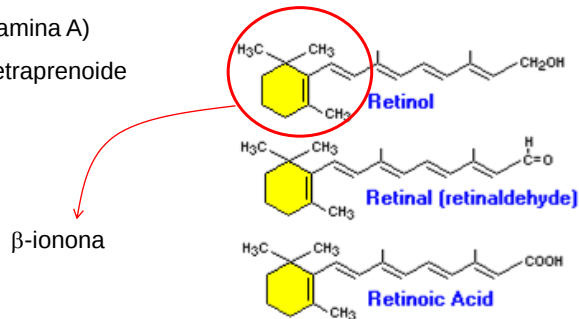
Lípidos pirrólicos

TERPENOS

- Formados por condensación de pocas unidades de isopreno
- La mayoría son hidrocarburos (algunos contienen O)
- Muchos son vitaminas liposolubles
- Frecuentes en aceites esenciales de plantas

RETINOIDES (Vitamina A)

Retinol: alcohol tetraprenoide

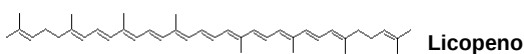
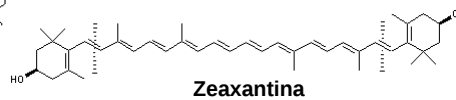
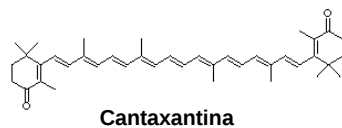
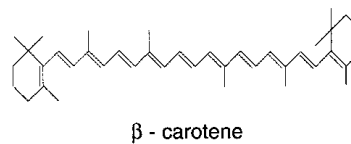
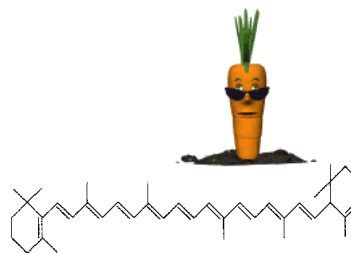
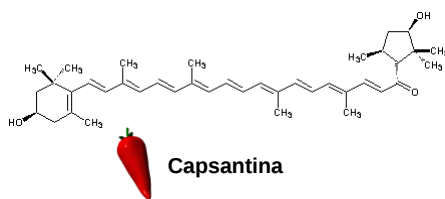


CAROTENOIDES

- Derivados octaprenoides (pigmentos vegetales)
- En animales se almacenan en panículo adiposo
- Pueden ser precursores del retinal

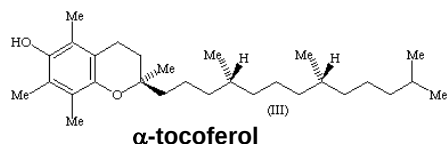
Ejs.

β -caroteno (provitamina A)

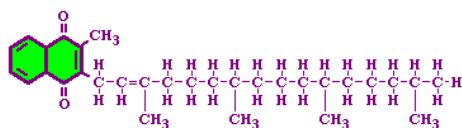


TOCOFEROLES (Vitamina E)

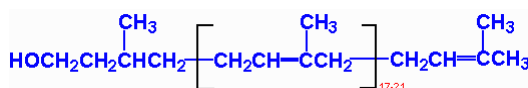
- Compuestos poliprenoides
- Poseen anillo "cromano" y cadena poliprenoide saturada
- Sustituyentes en anillo cromano generan distintos compuestos
- Agentes antioxidantes fuertes

**NAFTOQUINONAS** (Vitamina K)

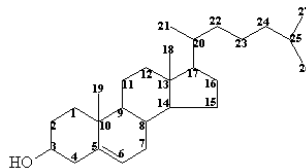
- Dos formas con actividad vitamínica

**DOLICOLES**

- Poliprenoides no vitamínicos
- Alcoholes isoprenoides de cadena muy larga (de 80 a 100 C)
- Aparecen en forma de éster fosfórico (grupo fosfato se esterifica con grupo OH del dolicol)
- El dolicolfosfato interviene en la síntesis de los oligosacáridos que aparecen unidos a las glicoproteínas.

**ESTEROIDES**

- Derivados del ciclopentanoperhidrofenantreno
- Distintos esteroides se distinguen por:
 - grado de saturación del esteroano
 - existencia de cadenas laterales
 - existencia de grupos funcionales sustituyentes

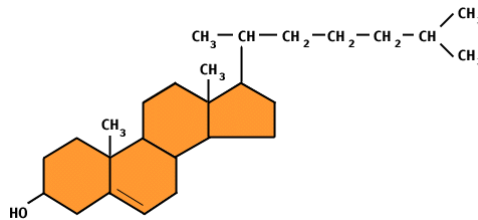


ESTEROLES

- Los más abundantes
- Derivados del colestano (27C)
- Poseen OH en posición β en C3 y cadena lateral en C17 de 8 átomos de C

Colesterol

- Ampliamente distribuido en animales (membrana plasmática)
- Frecuentemente esterificado a ácidos grasos
- Precursor metabólico de otros esteroides (calciferoles, hormonas esteroideas y ácidos biliares)
- Se excreta sin modificaciones



Sitosterol y estigmasterol

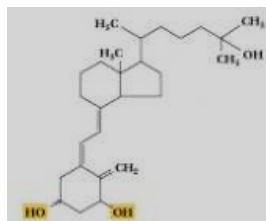
- Esteroles más abundantes en plantas superiores

Ergosterol

- En levaduras y otros microorganismos

Calciferoles (vitaminas D)

- 1, 25- dihidroxicolecalciferol: forma activa
- Muy abundantes en el aceite de hígado de bacalao

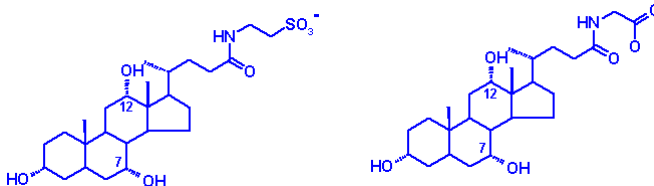


ÁCIDOS Y SALES BILIARES

- Derivados estructurales del colano (24 átomos de C)
- Poseen en C17 cadena alifática ramificada de 5 átomos de C
- Abundantes en la bilis

Ejs.: ácido cólico, desoxicólico y litocólico

- Frecuentemente conjugados a glicina y taurina (ácido cólico formará los ácidos taurocólico y glicocólico)



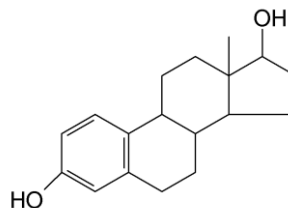
- No son las sales de los ácidos biliares, sino las sales sódicas o potásicas de los ácidos taurocólicos o glicocólicos.
- Son fuertemente anfipáticas (favorecen la digestión de lípidos como emulsionantes)

HORMONAS ESTEROIDEAS

Estrógenos

- Derivados del estrano (18 átomos de C, sin cadena alifática en C17, y uno de los ciclos es aromático)
- Hormonas sexuales femeninas

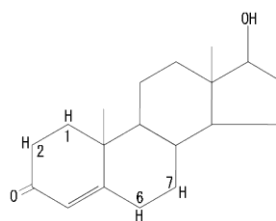
Ej. **estradiol**



Andrógenos

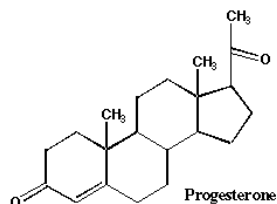
- Derivados del androstano (19 átomos de C, sin cadena alifática en C17)
- Hormonas sexuales masculinas

Ej. **testosterona**



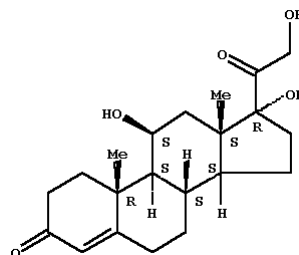
Gestágenos

- Derivan del pregnano (21 átomos de C, con cadena lateral de 2 C en C17)
- Hormonas femeninas implicadas en ovulación y embarazo
Ej. **progesterona**



Corticoides

- Derivan del pregnano (poseen OH en C21)
Ej. **cortisol**



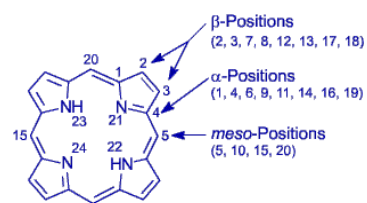
HIDROCARBUROS

- Mezclas complejas de HC lineales y ramificados (vegetales y levaduras)

LÍPIDOS PIRRÓLICOS

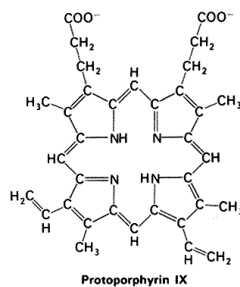
Mono y dipirrólicos (intermedios)
Tetrapirrólicos (cadena abierta o cerrada)

Porfina: anillo tetrapirrólico fundamental



Porfirinas: compuestos tetrapirrólicos de cadena cerrada (porfinas sustituidas)

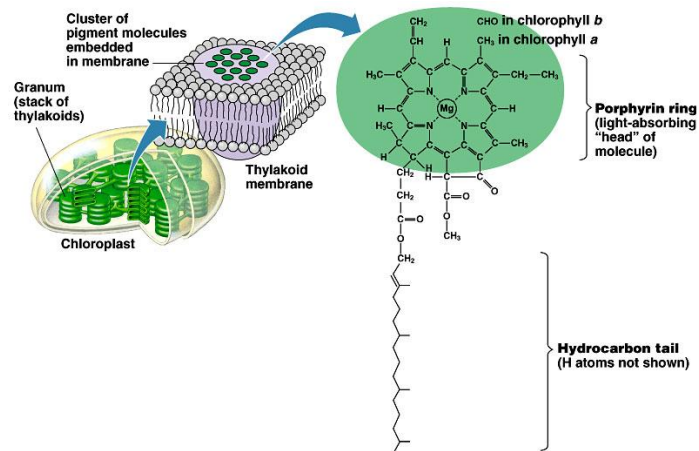
protoporfirina IX
precursor del grupo hemo



Compuestos tetrapirrólicos de cadena abierta

Pigmentos biliares (bilirrubina y biliverdina), aparecen durante la degradación del anillo porfirínico

Ficobilinas (ficocianobilina y ficoeritrobilina; pigmentos fotosintéticos.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.