

## 1 Conceptos de macromolécula y de polímero. Propiedades

### Página 327

#### 1 Indica dos polímeros termoestables y dos termoplásticos, sus características y aplicaciones más importantes.

**Polímeros termoestables** son aquellos que, una vez terminados, no pueden ablandarse ni moldearse de nuevo por acción del calor. Son insolubles en la mayor parte de los disolventes orgánicos, y se descomponen a elevadas temperaturas. En ellos se forman enlaces covalentes que mantienen fuertemente entrecruzada la macromolécula, lo que la hace estable y resistente, al formar moléculas rígidas. Como ejemplo de polímeros termoestables podemos citar la baquelita y los poliuretanos.

La baquelita se utilizó para carcasas de radios y de teléfonos, así como en barnices, lacas y adhesivos. En la actualidad se usa en la fabricación de asideros de utensilios de cocina (mangos de sartenes, botones para tapas de ollas) y de herramientas, así como en conmutadores y enchufes eléctricos.

Una de las aplicaciones más importantes de los poliuretanos es como aislante de edificios, ya que pueden reducir de forma significativa la pérdida de calor en hogares y oficinas cuando el tiempo es frío, y durante el verano permiten mantenerlos fríos. La espuma rígida de poliuretano es el material aislante más utilizado en neveras y congeladores.

**Polímeros termoplásticos** son aquellos que pueden ablandarse y moldearse por acción del calor, volviéndose rígidos por un enfriamiento posterior. Adquieren propiedades plásticas a partir de determinadas temperaturas. Sus características más importantes son: estructura lineal, punto de fusión bajo, solubles en disolventes orgánicos y no se descomponen al fundirlos. Como ejemplos tenemos las poliamidas y el polietileno.

Dentro de las poliamidas se encuentra una de las fibras textiles más utilizadas, el nailon, cuyo uso se extendió comercialmente en 1940 con la confección de medias femeninas. También se ha utilizado en la fabricación de cepillos de dientes, cuerdas y paracaídas. La variedad nailon 6,6, es una de las más utilizadas en la industria textil.

Los principales usos del polietileno son en la fabricación de tuberías, persianas, bolsas, botellas o como aislante eléctrico.

#### 2 ¿Qué tipos de polímeros forma el isopreno? Indica sus características y aplicaciones más importantes.

El caucho es un polímero elástico de origen natural; estructuralmente se trata de un polímero del isopreno o 2-metilbuta-1,3-dieno (2-metil-1,3-butadieno). El caucho natural se caracteriza por su elasticidad, que se debe a la flexibilidad de las cadenas que lo forman, constituidas, cada una de ellas, por unos 5000 isoprenos. Para mejorar sus propiedades mecánicas, el caucho natural se somete al proceso de vulcanización.

El caucho se utiliza para la fabricación de muchísimos y muy diferentes artículos, entre otros neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes.

#### 3 Escribe un ejemplo de un polímero lineal y otro de un polímero ramificado; ¿qué diferencias tienen los monómeros que los forman?

Los polímeros lineales se producen cuando cada monómero, excepto las unidades terminales, forma un enlace en cada uno de sus extremos.

Los polímeros ramificados se forman cuando alguno de los monómeros que los constituyen tiene la posibilidad de unirse por tres o más puntos a otros monómeros.



Polímero lineal



Polímero ramificado

Un ejemplo de poliéster lineal de alta masa molecular utilizado como fibra textil es el tergal, cuya obtención se produce por reacción del diéster metílico del ácido tereftálico con etilenglicol. Cuando se polimerizan ácidos o sus derivados con alcoholes, y la funcionalidad de uno de los monómeros es mayor de dos, se obtienen poliésteres ramificados. Tal es el poliéster resultante de la reacción del anhídrido ftálico (bifuncional) con la glicerina (propanotriol: trifuncional). Los poliésteres ramificados se caracterizan por su dureza y su gran inercia química.

## Página 329

### 4 Explica el significado de los siguientes términos: monómero, polímero, copolímero, homopolímero, polímero lineal y polímero ramificado.

**Monómero:** Las unidades simples que se unen para formar un polímero.

**Polímero:** Un polímero es una macromolécula que resulta de la unión de una o varias unidades simples, que se repiten, y que se denominan monómeros.

**Homopolímero:** Polímero formado por la repetición de un solo tipo de monómero.

**Polímero lineal:** Los polímeros lineales se producen cuando cada monómero, excepto las unidades terminales, forma un enlace en cada uno de sus extremos.

**Polímero ramificado:** Los polímeros ramificados se forman cuando alguno de los monómeros que los constituyen tiene la posibilidad de unirse por tres o más puntos a otros monómeros, formando estructuras tridimensionales.

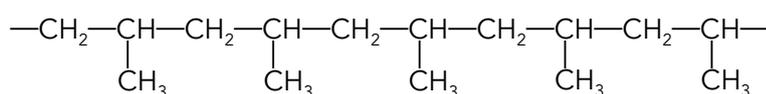
### 5 Explica la diferencia entre un polímero termoplástico y otro termoestable, y cita un ejemplo de un polímero isotáctico y otro de un polímero sindiotáctico.

Los polímeros **termoplásticos** como el polietileno (PE), el PVC o el poliestireno, pueden moldearse con el calor, sin sufrir ninguna modificación química irreversible. Los polímeros **termoestables** experimentan modificaciones químicas al ser calentados, como ocurre con el polietilentereftalato (PET) o la baquelita; esto se debe a que las cadenas poliméricas están unidas por enlaces covalentes que mantienen fuertemente entrecruzada la macromolécula, lo que la hace estable y resistente.

**Polímeros isotácticos:** cuando todos los sustituyentes tienen una misma orientación relativa. Son polímeros más cristalinos y con mayor punto de fusión. Un ejemplo es el PVC isotáctico.

**Polímeros sindiotácticos:** cuando los sustituyentes se orientan de manera regular y alternada a ambos lados de la cadena. Presentan propiedades mecánicas inferiores a las de los isotácticos. Un ejemplo es el PVC sindiotáctico.

El **polipropileno** puede presentar varias formas. Por un lado, tenemos el polipropileno **isotáctico**, con todos los grupos metilo de la cadena dispuestos en el mismo lado. Es la forma más común y más utilizada:







- 5 Los poliésteres y las poliamidas son polímeros muy utilizados en la industria textil. Indica si son homopolímeros o copolímeros y di a partir de qué monómeros se obtienen.**

Son copolímeros, por tanto formados por más de un tipo de monómero.

Los poliésteres se obtienen por policondensación de un ácido orgánico difuncional o polifuncional con un alcohol difuncional o polifuncional. Pueden tener diversas estructuras en función de los monómeros que intervienen en la polimerización; pueden ser lineales o ramificados.

Las poliamidas se forman a partir de diaminas y ácidos dibásicos. Son polímeros lineales que, en forma de fibras, presentan una gran tenacidad, flexibilidad y resistencia a la abrasión. Se denominan, genéricamente, nailon.

### 3 Polímeros de interés industrial. Impacto medioambiental

#### Página 341

- 1 De los siguientes materiales: caucho, caucho vulcanizado, celulosa, silicona, fibras celulósicas y poliésteres, indica:**

a) ¿Cuáles son polímeros sintéticos y cuáles naturales?

b) Señala al menos una aplicación de cada uno de ellos.

a) Polímeros sintéticos: caucho vulcanizado, silicona, poliésteres.

Polímeros naturales: caucho, celulosa.

b) Aplicaciones:

**Caucho natural:** el caucho natural no tratado tiene muy pocas aplicaciones. Se usa en cementos, cintas aislantes, cintas adhesivas, como aislante para mantas y zapatos y en la fabricación de pelotas de juego.

**Caucho vulcanizado:** se utiliza en la fabricación de mangueras, neumáticos de automóviles, cintas transportadoras, ropa impermeable, trajes de buceo.

**Celulosa:** la celulosa constituye el principal porcentaje de la materia prima del papel y también el de los tejidos de fibras naturales. Tiene usos higiénicos y sanitarios.

**Fibras celulósicas:** la celulosa recibe distintos tratamientos para poder utilizarla como fibra en la industria textil. Pueden citarse dentro de estas fibras: viscosa y rayón o seda artificial.

**Silicona:** se utilizan como pulimentos y abrillantadores de uso doméstico, barnices de impregnación para aislamientos, y en medicina como bombas de circulación extracorpóreas y balones intraaórticos y en la preparación de materiales oftálmicos.

**Poliésteres:** como fibra textil (tergal), fabricación de botellas de agua, productos de limpieza, películas fotográficas, cintas de vídeo.

- 2 Calcula el porcentaje de nitrógeno que tiene el propenitrilo,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ .**

Masas atómicas: N = 12 u.; C = 14 u.; H = 1 u.

Masa molecular del propenitrilo ( $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$ ) = 53 u.

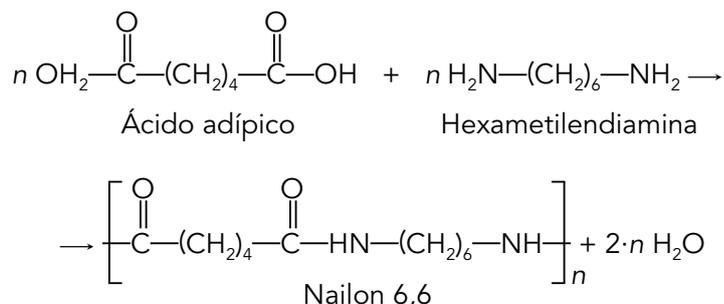
$$\frac{53}{100} = \frac{14}{x} \Rightarrow x = 26,33\%$$

**3** a) ¿Cómo se llaman los monómeros que forman el nailon-6,6?, b) ¿de dónde vienen esos dígitos?, c) escribe la ecuación de su polimerización, d) ¿por qué la masa del copolímero no se corresponde con la masa de los monómeros que lo forman?

a) Ácido adípico y hexametildiamina.

b) El nombre de nailon 6,6 es debido a que el ácido tiene seis átomos de C, y la amina, también.

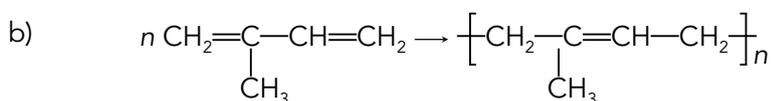
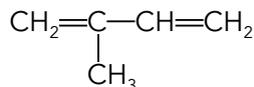
c) Formación y estructura del nailon 6,6:



d) Se debe a que la polimerización es por condensación, y se produce pérdida de moléculas de agua.

**4** a) Formula y nombra el monómero del caucho natural, b) escribe la reacción producida, c) ¿en qué consiste la vulcanización del caucho?, ¿qué ventajas tiene?

a) El caucho es un polímero del isopreno o 2-metilbuta-1,3-dieno (2-metil-1,3-butadieno)



2 metilbuta-1,3-dieno o isopropeno      Caucho natural

Las uniones de los **monómeros** del **polímero** pueden ser *cis* o *trans*. El natural presenta la conformación *cis* en todos sus enlaces.

c) La **vulcanización** consiste en calentar el caucho con azufre para generar **enlaces disulfuro entre** las cadenas. Estos enlaces covalentes evitan el deslizamiento de las cadenas y mejoran su resistencia, haciéndolo mucho más útil.

## 4 Aplicaciones de polímeros de alto interés biológico, biomédico y tecnológico

Página 342

**1** En relación con las siliconas...

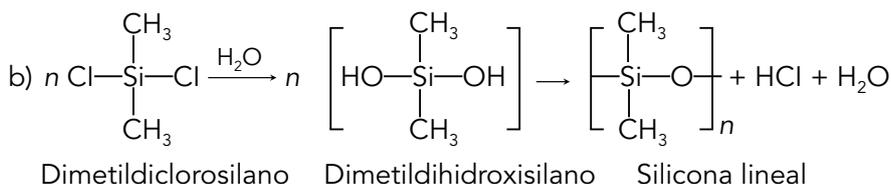
a) Indica por qué las siliconas tienen naturaleza orgánica e inorgánica.

b) Escribe una cadena de silicona cuyos grupos orgánicos sean radicales metilo.

c) ¿En qué consiste la reacción de condensación que da lugar a las siliconas?

d) ¿Qué diferencia hay entre los aceites de silicona y las resinas de silicona? Indica alguna aplicación de ambos.

- a) Porque su cadena principal está constituida por átomos de silicio y oxígeno, dispuestos de forma alternada, y como sustituyentes laterales tienen diversos grupos orgánicos. Son por ello compuestos organosilícicos de composición  $R_2SiO$ .



- c) La reacción de condensación consiste en que los monómeros, en este caso derivados orgánicos de diclorosilano (como dimetildiclorosilano), empiezan a reaccionar por sí mismos y continúan haciéndolo hasta el agotamiento final.
- d) Las siliconas pueden ser lineales (líquidas) o ramificadas (sólidas). Las sólidas, dependiendo de su masa molecular y el grado de entrecruzamiento, se clasifican en **cauchos de silicona, o elastómeros**, menos entrecruzadas, y **resinas de silicona**, más entrecruzadas. Las resinas de silicona se utilizan como aislamiento térmico de equipos eléctricos, barnices de impregnación para aislamientos, impregnación de piezas de construcción, en medicina se utilizan como bombas de circulación extracorpóreas, balones intraaórticos y como materiales oftálmicos.

Los fluidos o aceites de silicona son polímeros formados por cadenas lineales de dimetildiclorosilano con una pequeña cantidad de trimetilclorosilano que se utiliza para terminar la cadena. Se utilizan como impermeabilizantes, abrillantadores y lubricantes.

## 5 Macromoléculas y polímeros de origen natural. Propiedades biológicas y médicas

### Página 351

- 1 a) ¿Qué se entiende por «biopolímeros»? Nombra los cuatro grupos fundamentales. b) ¿Qué diferencia hay entre el almidón y la celulosa?

- a) Los biopolímeros son macromoléculas biológicas, de las que se conoce su estructura así como su funcionalidad. Las proteínas, los glúcidos (o carbohidratos), los ácidos nucleicos y algunos lípidos constituyen los cuatro grupos fundamentales de biopolímeros.
- b) El almidón está formado por dos sustancias, amilosa y amilopectina; la amilosa está formada por un unidades de D-glucosa unidas por enlaces O-glucosídicos  $\alpha$  (1→4); y la amilopectina está formada por unidades de D-glucosa unidas por enlaces O-glucosídicos  $\alpha$  (1→4) y con ramificaciones mediante enlaces  $\alpha$  (1→6). Sin embargo, la celulosa es un polímero lineal de unidades de D-glucosa unidas por enlaces  $\beta$  (1→4).

- 2 ¿Qué agentes pueden producir la desnaturalización de una proteína?

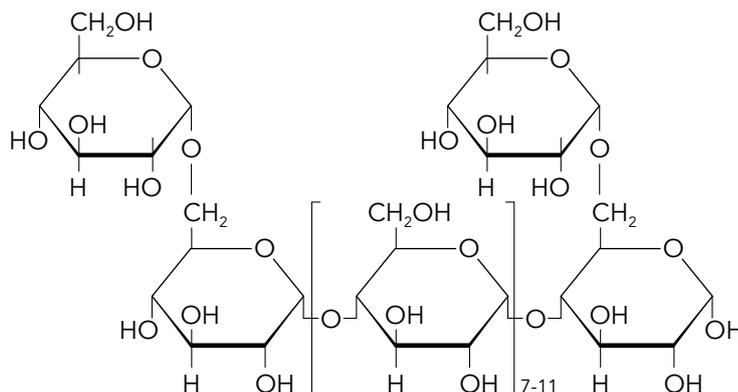
1. Cambio significativo del pH.
2. Cambio en la temperatura, fundamentalmente subidas de temperatura.
3. Concentraciones altas de compuestos polares neutros, como la urea o la guanidina, ya que rompen los enlaces de hidrógeno formando otros enlaces nuevos.
4. Tratamiento con disolventes orgánicos, etanol, acetona, etc.
5. Radiación ultravioleta.
6. Agitación enérgica de las disoluciones proteicas.

**3 Cita un homopolisacárido y un heteropolisacárido e indica su estructura.**

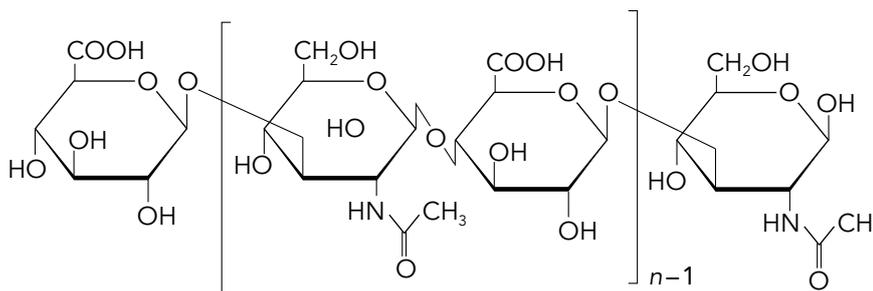
Cuando los polisacáridos están formados por un tipo de monosacárido, se denominan homopolisacáridos, tal es el caso del **glucógeno**, formado por D-glucosa.

Si están formados por más de un tipo de monosacáridos, se denominan heteropolisacáridos; dentro de este grupo están los glucosaminoglucanos, como el ácido hialurónico, formado por ácido D-glucurónico y N-acetil-2-D-glucosamina.

**Glucógeno:**

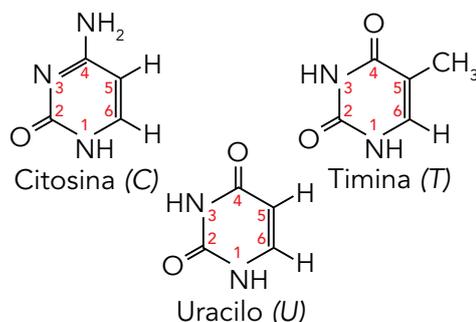


**Ácido hialurónico:**



**4 Indica las bases pirimidínicas presentes en el ADN y en el ARN.**

Las bases pirimidínicas son citosina (C), o 2-oxo-4-aminopirimidina; uracilo (U), o 2,4-dioxo-pirimidina, y timina (T), o 2,4-dioxo-5-metilpirimidina. La citosina está presente en todos los ácidos nucleicos, mientras que el uracilo está en el ARN, pero no en el ADN, y la timina se encuentra en el ADN, pero no en el ARN.



Páginas 358 y 359

## Conceptos básicos

- 1** ¿Qué se entiende por polímero?, ¿y por monómero? Describe las diferencias fundamentales entre un polímero termoplástico y un polímero termoestable.

Los **polímeros**, en general, son macromoléculas que están formadas por la repetición de una o varias unidades simples (monómeros).

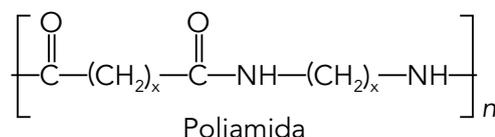
Los **monómeros** son las unidades simples que se repiten a lo largo de la estructura de un polímero.

**Termoplásticos:** son aquellos polímeros que pueden ablandarse y moldearse por acción del calor, volviéndose rígidos por un enfriamiento posterior.

**Termoestables:** son aquellos polímeros que, una vez terminados, no pueden ablandarse ni moldearse de nuevo por acción del calor.

- 2** Escribe y comenta la reacción de síntesis de una poliamida, indicando si es un polímero de adición o de condensación, y si es termoplástico o termoestable. Justifica la contestación.

Las poliamidas son polímeros lineales formados a partir de diaminas y ácidos dibásicos, que, en forma de fibras, presentan gran tenacidad, flexibilidad y resistencia a la abrasión, y se denominan, genéricamente, nailon. Son polímeros de condensación. Se deforman por el calor al ser termoplásticas.



- 3** Escribe el significado de los siguientes términos: polímero, macromolécula, cristal, polímero atáctico y polímero sindiotáctico.

**Polímero:** Los polímeros son macromoléculas que se caracterizan por la repetición de una o varias unidades simples o monómeros.

**Macromolécula:** Se denomina, convencionalmente, macromoléculas a aquellas sustancias cuya masa molecular es del orden de  $10^3$  o  $10^4$  u. La palabra «macromolécula» solo significa 'molécula grande'.

**Cristal:** Los cristales covalentes, como el diamante, son macromoléculas, ya que no se puede determinar unidad más elemental de materia que el propio cristal.

**Polímero atáctico:** Es aquel que se caracteriza porque la orientación de los sustituyentes de la cadena polimérica es aleatoria.

**Polímero sindiotáctico:** Es aquel que se caracteriza porque la orientación de los sustituyentes de la cadena polimérica es regular y alternada a ambos lados de la cadena.

- 4** ¿Cuáles son las fases de una polimerización por adición radicalica?

**Iniciación:** se lleva a cabo con los llamados iniciadores de polimerización.

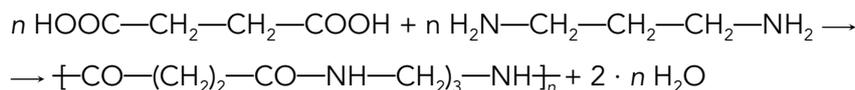
**Propagación:** el radical libre formado ataca el doble enlace del monómero, lo que da lugar a un nuevo radical libre que sigue atacando moléculas de monómero de manera continua.

**Terminación:** puede ser por combinación de dos radicales libres poliméricos, o bien por desproporción, donde dos radicales libres poliméricos se estabilizan por transferencia de un átomo de hidrógeno.



**9 a) ¿En qué consiste una reacción de condensación?**

En la polimerización por condensación los monómeros empiezan a reaccionar por sí mismos y continúan haciéndolo hasta su agotamiento. Dichos monómeros deben ser di o polifuncionales, y la polimerización tiene lugar con pérdida de moléculas pequeñas (agua, HCl, NH<sub>3</sub>), por lo que la masa molecular no es un múltiplo del monómero o monómeros de partida.

**b) Escribe el polímero que se obtendría a partir de la reacción entre el ácido butano-dioico y la propano-1,3-diamina (1,3-propanodiamina).**

**c) ¿Qué tipo de sustancia se forma? Cita alguna aplicación.**

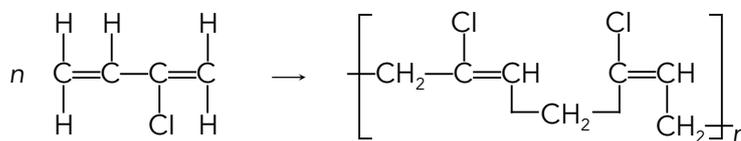
Se forma una poliamida.

Las poliamidas se conocen con el nombre genérico de nailon, y se utilizan frecuentemente como fibras textiles. También se utilizan en la fabricación de medias femeninas, y también en la de cepillos de dientes, cuerdas y paracaídas.

**10 El cloruro de polivinilo, PVC, está formado, aproximadamente, por 5000 unidades del monómero, ClCHCH<sub>2</sub>. Calcula su masa molecular.**

Masa molecular del monómero (Cl—CH=CH<sub>2</sub>) = 62,5 u.

Masa molecular del polímero (PVC): 5000 · 62,5 u = 312 500 u. Y su masa molar será, por tanto, 31 500 g/mol.

**11 El neopreno es un polímero que se obtiene a partir del cloropreno o 2-clorobuta-1,3-dieno (2-cloro-1,3-butadieno). Escribe la reacción de polimerización.**


2-clorobuta-1,3-dieno o cloropreno

Neopreno

**12 a) ¿En qué consiste la vulcanización del caucho?**
**b) ¿Cómo sería el caucho sin vulcanizar?**
**c) ¿Qué es un elastómero?**

a) La vulcanización consiste en calentar el caucho con azufre para generar enlaces disulfuro entre las cadenas. Estos enlaces son enlaces covalentes que evitan el deslizamiento de las cadenas y mejoran su resistencia, haciendo al caucho mucho más útil.

b) El caucho sin vulcanizar es el caucho natural, que se caracteriza por su elasticidad. Sus cadenas interactúan unas con otras mediante fuerzas de Van der Waals, por lo que los productos fabricados con caucho natural son quebradizos, malolientes y se ablandan con el calor.

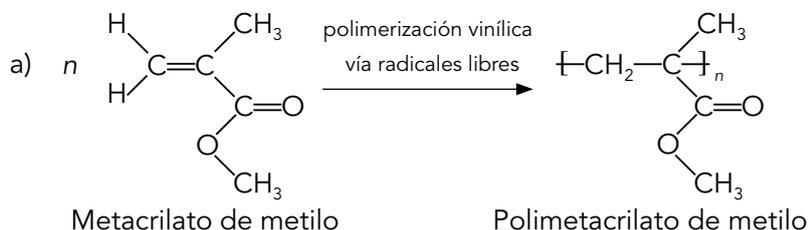
c) Se denominan elastómeros a aquellos polímeros que presentan propiedades elásticas y, por lo tanto, pueden estirarse dando longitudes superiores a la primitiva sin romperse, y recuperar su forma original, ya que el entrecruzamiento entre cadenas es mínimo.

**13 Indica algunos productos de uso cotidiano en cuya composición intervenga algún polímero.**

Ventanas de PVC, enchufes y cables eléctricos, neumáticos de coches, botellas de plástico, trajes de neopreno, fibras textiles en calzado y ropa.

**14 a)** Escribe la reacción de polimerización del metilmetacrilato (2-metilpropenoato de metilo).

**b)** Indica algunas aplicaciones de este polímero.



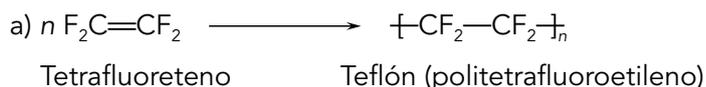
b) Este polímero se denomina también «vidrio orgánico» porque sustituye al vidrio con gran frecuencia en aplicaciones como gafas de seguridad, mamparas antibala, vidrios de automóviles y aviones, vidrios de relojes, muebles, etc. Se conoce comercialmente con el nombre de plexiglás, vitroflex o lucite.

**15 a)** Escribe la reacción de polimerización del teflón (politetrafluoretileno).

**b)** ¿Qué clase de polimerización es?

**c)** ¿Qué condición debe cumplir un monómero para dar este tipo de polimerización?

**d)** El polímero formado, ¿es un homopolímero o un copolímero?



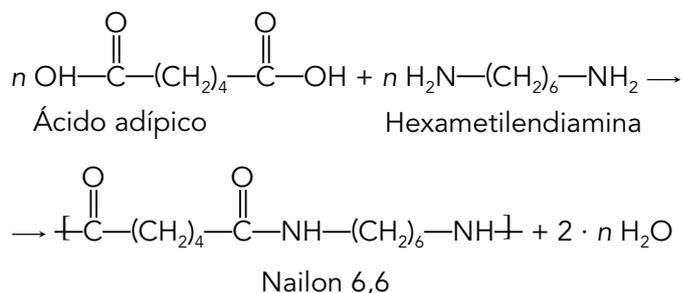
b) Es una polimerización de adición.

c) El monómero debe tener un doble enlace.

d) Es un homopolímero porque solo participa un tipo de monómero.

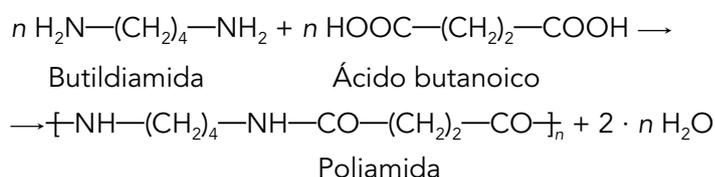
**16** El nailon-6,6 es una poliamida típica que se puede obtener por condensación entre el ácido adípico (ácido hexanodioico) y la hexametildiamina. Indica el polímero resultante y el tipo de reacción.

Formación y estructura del nailon 6,6:



Es una polimerización de condensación que genera una poliamida.

**17** Describe la estructura del polímero formado por reacción entre la butildiamina y el ácido butanodioico. ¿Qué tipo de reacción es?



Es una reacción de condensación.

**18 ¿Por qué se precisa CO<sub>2</sub> en la fabricación de la espuma de poliuretano?**

Las espumas de poliuretano se forman al añadir agua durante la polimerización, que reacciona con el grupo isocianato liberando CO<sub>2</sub>, cuyas burbujas producen la textura esponjosa de estos productos.

**19 Calcula la masa molecular aproximada de una muestra de poliestireno (feniletano) si está formada por 3 600 unidades de monómero.**

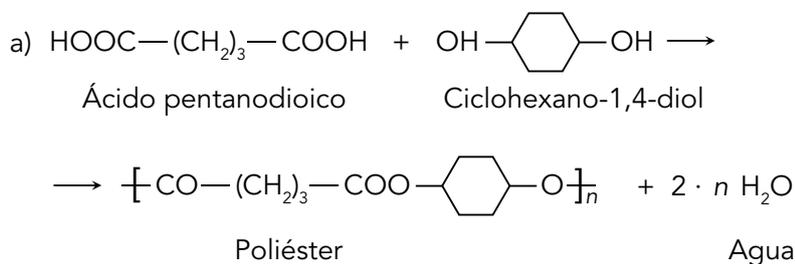
Masa molecular del feniletano o estireno (C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>) = 104 u.

Masa molecular del polímero (poliestireno): 3 600 · 104 = 374 400 u. Luego su masa molar será 374 400 g/mol.

**20 a) Escribe la reacción de condensación entre el ácido pentanodioico y el ciclohexano-1,4-diol (1,4-ciclohexanodiol).**

b) ¿Qué clase de polímero se obtiene?

c) ¿Qué masa tendría su unidad repetitiva?



b) Se obtiene un poliéster

c) La masa molecular de la unidad repetitiva (C<sub>11</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub>) = 212 u. Luego su masa molar sería 212 g/mol.

**21 a) ¿Por qué a los cauchos artificiales también se les denomina elastómeros?**

b) Formar los siguientes monómeros utilizados en la síntesis de los cauchos artificiales: dimetil-butadieno; acrilonitrilo (propenonitrilo); estireno (feniletano); cloropreno (2-clorobuta-1,3-dieno).

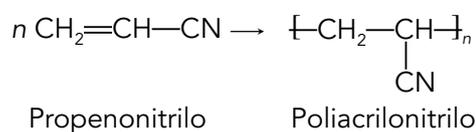
a) Los elastómeros son polímeros que presentan propiedades elásticas y, por lo tanto, pueden estirarse sin romperse, y recuperar su forma original, ya que el entrecruzamiento entre cadenas es mínimo. Los cauchos artificiales, por su estructura molecular, presentan estas propiedades elásticas, por lo que se catalogan como elastómeros.

b) Dimetilbutadieno (2,3-dimetilbuta-1,3-dieno): CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)-C(CH<sub>3</sub>)=CH<sub>2</sub>

Acrilonitrilo (propenonitrilo): CH<sub>2</sub>=CH-CN



Cloropreno (2-clorobuta-1,3-dieno): CH<sub>2</sub>=CCl-CH=CH<sub>2</sub>

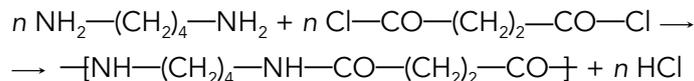
**22 Un polímero muy utilizado, en la industria textil es el poliacrilonitrilo, cuyo monómero es el propenonitrilo, CH<sub>2</sub>=CH-CN. Escribe qué tipo de reacción es.**


Es una reacción de adición al doble enlace; el monómero es un alqueno.

**23** Escribe la reacción de condensación entre los siguientes monómeros:



¿Qué clase de polímero se obtiene? Indica sus propiedades más características.



Se obtiene una poliamida. Las poliamidas son polímeros lineales que, en forma de fibras, presentan una gran tenacidad, flexibilidad y resistencia a la abrasión.

**24** Cita ejemplos de objetos contruidos con baquelita, con plexiglás, con caucho buna y con polietileno.

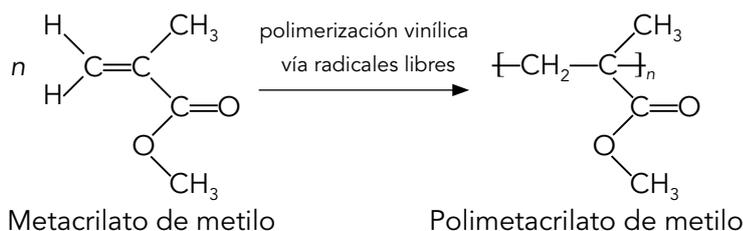
**Baquelita:** se utiliza en carcasas de radios y de teléfonos, en barnices, lacas y adhesivos, en la fabricación de asideros de utensilios de cocina (mangos de sartenes, botones para tapas de ollas) y de herramientas, así como en conmutadores y enchufes eléctricos.

**Plexiglás:** lentes, gafas de sol, cristalería y muebles.

**Caucho buna:** neumáticos, juntas y mangueras.

**Polietileno:** bolsas de supermercado, botellas, frascos y para aislamiento eléctrico.

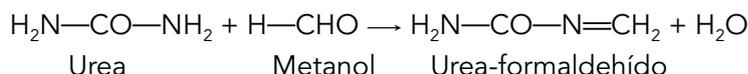
**25** Describe la polimerización del metacrilato de metilo,  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$ . Indica alguna de sus aplicaciones.



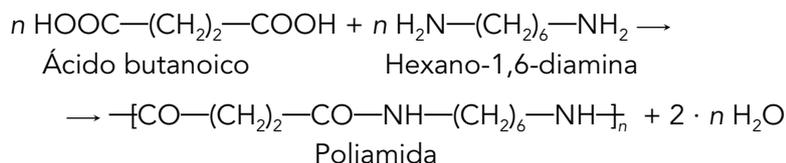
Se utiliza en equipos ópticos, lentes, vidrios de relojes, envases, muebles y accesorios.

**26** Escribe el producto de reacción entre la urea y el metanal.

La urea-metanal, también denominada urea-formaldehído, es un tipo de resina o adhesivo cuya principal propiedad es que, una vez moldeada, no se ablanda con el calor, sino que se endurece debido a su estructura interna.

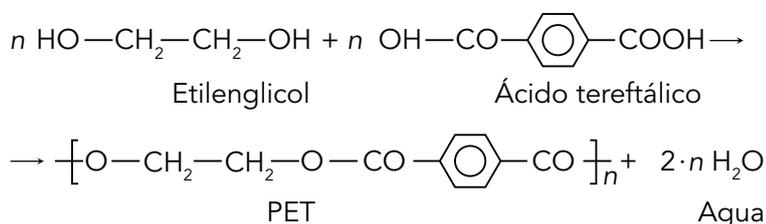


**27** Escribe la síntesis que resulta a partir de hexano-1,6-diamina (1,6-hexanodiamina) y el ácido butanodioico.



El producto resultante es una poliamida

**28** Escribe la reacción entre el ácido p-dicarboxibenceno y el etilenglicol.



**29 ¿Cómo se obtienen los polímeros conductores? Cita sus propiedades más importantes.**

Los polímeros conductores de la electricidad se obtienen a partir de poliacetileno, polianilina, polipirrol, politiofeno y poliparafenileno, dopados con grupos aceptores y dadores de electrones.

Estos polímeros combinan en un mismo material las propiedades eléctricas de un semiconductor con las de un polímero. Estos nuevos materiales, que se han denominado polímeros conductores, han revolucionado la industria eléctrica y electrónica al combinar excelentes propiedades mecánicas (flexibilidad, ligereza y resistencia al impacto) y químicas (resistencia a la corrosión), además de ser de fácil preparación y bajo costo de fabricación.

**30 ¿Qué métodos conoces para eliminar los plásticos?, ¿cuál consideras más adecuado? Razona tu respuesta.**

**Incineración:** inicialmente, la eliminación de los plásticos se realizó mediante incineración, pero esto generaba productos tóxicos.

**Fotodegradación:** eliminación de envases fabricados con plásticos que se degraden por acción de la luz ultravioleta de los rayos solares.

**Materiales biodegradables:** se pueden sintetizar plásticos biodegradables, que son materiales cuyas propiedades físicas desaparecen en contacto con la actividad bacteriana.

**Reciclado de envases:** una vez separados los envases plásticos en función de su composición química, y eliminadas las impurezas, se funden para obtener gránulos que posteriormente se reutilizan en la fabricación de nuevos productos.

Quizá el método más adecuado sea el reciclado ya que permite la utilización del plástico reciclado para la elaboración de nuevos productos: tuberías, piezas industriales, bolsas de basura, láminas y otras bolsas, entre otros.

**31 Los polímeros conductores de la electricidad; ¿cómo la conducen?**

Estos polímeros conducen la electricidad debido, principalmente, a la intervención de ciertas cantidades de otras sustancias químicas (dopado), pero también a la presencia de dobles enlaces conjugados que permiten el paso de un flujo de electrones a lo largo de la cadena del polímero. Su estructura les confiere, asimismo, características fotoeléctricas.

**32 Cita dos aplicaciones de los fluidos de silicona y de las resinas de silicona. ¿Qué tipo de siliconas se ha utilizado ampliamente en biomedicina?**

Los **fluidos de silicona** se utilizan en sistemas hidráulicos de los equipos de aviación, y en la preparación de agentes repelentes del agua.

Las **resinas de silicona** se utilizan en aislamiento térmico de equipos eléctricos, y en barnices de impregnación para aislamientos.

En **biomedicina** se utilizan los elástomeros de silicona, que se emplean en la fabricación de material médico de todo tipo (sondas, tapones de frascos, arandelas, válvulas para el corazón), aplicaciones maxilofaciales y en cirugía (prótesis).

## Macromoléculas biológicas

**33 Indica alguna aplicación y propiedades de los polímeros vinílicos. Especifica aplicaciones de PVA (polivinil alcohol) y de PVP (polivinilpirrolidona).**

**Polivinil alcohol (PVA):** polímero sintético soluble en agua, considerado no tóxico. Se puede utilizar para proteger el queso de los hongos y de la humedad. Se ha incorporado a preparaciones oftálmicas para prolongar el tiempo de contacto de la superficie ocular con diversos medicamentos.



**37 a) ¿Qué tipo de enlace une los monosacáridos?**
**b) ¿Y los aminoácidos?**

a) Los monosacáridos se unen mediante enlace O-glucosídico, que desde el punto de vista químico, consiste en una reacción de condensación, dando lugar a compuestos unidos por un puente de oxígeno, similares a los éteres.

b) Los aminoácidos se unen mediante enlace peptídico; desde el punto de vista químico es un enlace de tipo amida, en el que se une el grupo alfa carboxilo de un aminoácido con el grupo alfa amino del siguiente.

**38 ¿Se pueden obtener polímeros derivados de la celulosa? Indica algún ejemplo.**

Los polímeros celulósicos son producidos por modificación química o natural de la celulosa. Los ejemplos más comunes son el celofán y el acetato de celulosa.

El celofán, un tipo de celulosa regenerada, es producido mediante trituración de la pulpa de madera y el tratamiento con sosa cáustica.

El acetato de celulosa se fabrica a partir de la reacción entre la celulosa y el ácido acético.

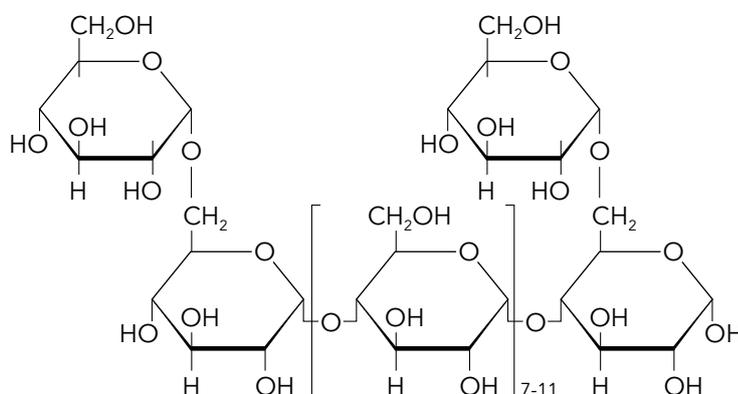
**39 ¿A partir de qué compuestos se forman los terpenos? Cita alguno e indica alguna aplicación.**

Los terpenos se forman por la unión de dos o más unidades de isopreno. Algunos terpenos son los siguientes:

- El **geraniol**, un monoterpeno formado por dos unidades de isopreno, que se encuentra en los geranios, los limones y las rosas, y se utiliza para dar sabor a preparados comerciales de frutas.
- El **farnesol**, un sesquiterpeno formado por tres unidades de isopreno, que forma parte de los aceites esenciales de las rosas, los nardos y el ciclamen.
- El **fitol**, en cuya estructura hay cuatro unidades de isopreno, y que se caracteriza por su olor floral, por lo que se utiliza en perfumería y cosmética.

**40 Elige dos polisacáridos, uno de origen animal, y otro de origen vegetal, escríbelos y cita algunas de sus aplicaciones.**

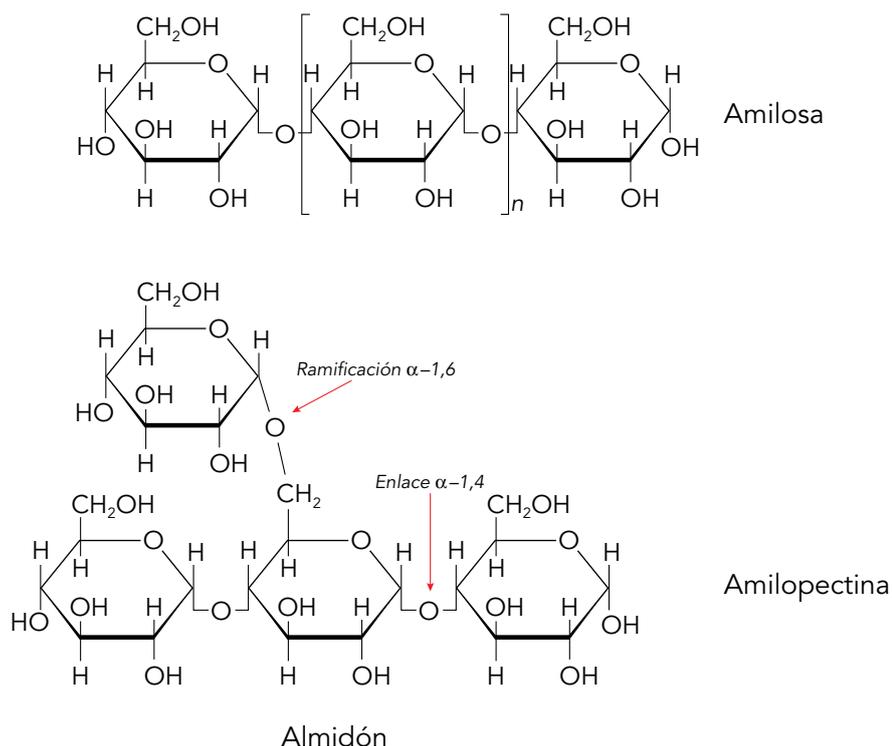
Entre los polisacáridos de origen animal se encuentra el **glucógeno**:



El glucógeno es un polisacárido de reserva de los animales, formado por la unión de D-glucosa, que, en el caso del ser humano, se acumula, en forma de gránulos en el citoplasma de los hepatocitos y de las células del músculo esquelético.

Su función en el hígado es mantener los niveles plasmáticos de glucosa, y en el músculo esquelético es fundamental durante la contracción muscular, ya que permite disponer de glucosa para la obtención de ATP.

Entre los polímeros de origen vegetal podemos citar el **almidón**:



El almidón es un polisacárido esencial en los vegetales, realmente es una mezcla de amilosa y amilopectina, ambos polímeros de la D-glucosa. El almidón es el polímero de reserva de los vegetales, y se acumula en forma de gránulos en cloroplastos y amiloplastos. Es una forma esencial de alimento para el ser humano.

#### 41 Indica algún polisacárido con aplicaciones médicas.

- El **ácido hialurónico** es un glucosaminoglucano, que se compone de unas 50 000 unidades disacáridas formadas por ácido D-glucurónico unido a N-acetil-D-glucosamina. Tiene numerosas aplicaciones en el ámbito biomédico, ya que se utiliza en dermatocósmética, como cicatrizante de heridas y úlceras, y como material de relleno en cirugía y odontología estética.
- La **heparina** es otro glucosaminoglucano, cuya función es actuar como anticoagulante natural. Está formado por unas 20 000 unidades disacáridas de ácido-D-glucurónico-2-sulfato unido a D-glucosamina-6-sulfato-N-sulfato. La heparina se administra a personas con distintas patologías para impedir la formación de trombos sanguíneos.

#### 42 a) ¿Qué entiendes por desnaturalización de una proteína?

b) ¿Cuáles son las principales causas de la desnaturalización?

c) ¿Qué tipos de enlaces consideras más importantes para mantener la estructura tridimensional de una molécula proteica?

a) La desnaturalización de una proteína consiste en la pérdida de su estructura tridimensional característica o conformación, lo que conlleva la pérdida o alteración de su función biológica.

b) Las principales causas de desnaturalización son:

1. Cambio significativo del pH.
2. Cambio en la temperatura, fundamentalmente subidas de temperatura.
3. Concentraciones altas de compuestos polares neutros, como la urea o la guanidina, ya que rompen los enlaces de hidrógeno formando otros enlaces nuevos.

4. Tratamiento con disolventes orgánicos, etanol, acetona, etc.
  5. Radiación ultravioleta.
  6. Agitación energética de las disoluciones proteicas.
- c) Los enlaces que participan en mantener la estructura tridimensional de una proteína son:
- Enlaces por puente de hidrógeno.
  - Fuerzas de van der Waals.
  - Interacciones hidrofóbicas.
  - Interacciones electrostáticas o iónicas.
  - Puentes disulfuro (enlace covalente entre cisteínas).

**43 a) ¿Qué funciones tienen las proteínas en el organismo? Cita un ejemplo de alguna proteína y explica su función.**

**b) ¿Qué diferencia existe entre una proteína simple y una conjugada? Cita una de cada tipo.**

a) La **misión de las proteínas** en los seres vivos es **estructural** o bien **funcional**.

Entre las proteínas que cumplen funciones estructurales están el colágeno de la matriz extracelular de los tejidos, las queratinas del pelo y las uñas, o la seda, que puede utilizarse como fibra textil.

Otras proteínas cumplen diferentes funciones en el organismo: las inmunoglobulinas en el sistema inmunitario actúan en defensa del organismo; la actina y miosina intervienen en la contracción muscular; la hemoglobina es fundamental en el transporte de oxígeno; los citocromos en la respiración celular, etc.

b) Las **proteínas simples** son aquellas que por hidrólisis total dan solo alfa aminoácidos, por ejemplo albúminas, globulinas, histonas y colágeno.

Las **proteínas conjugadas** son aquellas que por hidrólisis dan lugar no solamente a aminoácidos, sino también otros compuestos orgánicos o inorgánicos; esta porción no aminoacídica se conoce como **grupo prostético**.

Las proteínas conjugadas se clasifican de acuerdo con la naturaleza de su grupo prostético. Algunos ejemplos son hemoglobina y las lipoproteínas.

**44 Los ácidos nucleicos son moléculas resultantes de la polimerización de nucleótidos:**

**a) Cita los tipos de nucleótidos que conoces; ¿en qué se diferencian?**

**b) ¿Cuál es la función o funciones más importantes de los ácidos nucleicos?**

a) **Ribonucleótidos:** son aquellos nucleótidos en los que el monosacárido es la D-ribosa. Están presentes en el ARN.

**Desoxirribonucleótidos:** son aquellos nucleótidos en los que el monosacárido es la 2-D-desoxirribosa. Están presentes en el ADN.

b) Las funciones más importantes de los ácidos nucleicos son:

- Ser **depositarios de la información genética**, cuyas instrucciones vienen codificadas por la ordenación de las bases nitrogenadas que los forman.
- De su **expresión** depende la secuencia de aminoácidos de las proteínas, de cuya síntesis son inmediatos responsables en primera instancia y, por extensión, de la totalidad de la síntesis y el control de los procesos celulares.
- Por otra parte, su **capacidad de replicarse** permite la obtención de copias exactas del material genético para las células descendientes, lo que supone la base para la perpetuación de la vida.

**45 a)** Los lípidos insaponificables se consideran biopolímeros. ¿Por qué?

**b)** Cita dos derivados del isopreno. Di por cuántas unidades de isopreno están formados y las características de cada uno de ellos.

**c)** Indica algún producto de uso doméstico y fisiológico que esté formado por 8 unidades de isopreno. Explica alguna de sus aplicaciones.

a) Porque están formados por la unión de varias unidades de isopreno. La polimerización del isopreno da lugar a los terpenos.

b) El **geraniol**, un monoterpeno formado por dos unidades de isopreno, que se encuentra en los geranios, los limones y las rosas, y se utiliza para dar sabor a preparados comerciales de frutas

El triterpeno (seis unidades de isopreno) más importante es el **escualeno**, precursor del **colesterol**.

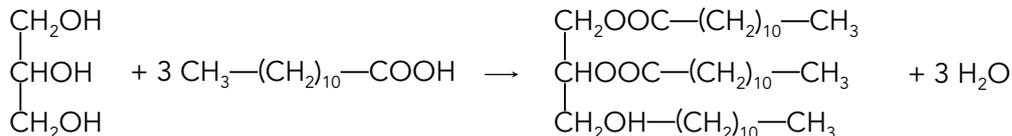
c) Los **carotenos** son tetraterpenos formados por ocho unidades de isopreno. Son pigmentos vegetales, responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en alimentos como frutas y hortalizas (tomate, limón, zanahoria).

El más importante de los carotenos es el  $\beta$ -caroteno, que abunda en los vegetales verdes como la espinaca, y también se encuentra en la leche. Los carotenos son precursores de la vitamina A y de la luteína.

**46** Calcula la masa de la glicerina (propanotriol) necesaria para esterificar completamente 500 g de ácido láurico (dodecanoico)  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$ .

**Datos:** Masas atómicas: C = 12, O = 16, H = 1.

La reacción de esterificación será:



Masa molar de la glicerina ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) = 92 g/mol.

Masa molar del ácido láurico ( $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$ ) = 200 g/mol.

Según la estequiometría de la reacción 1 mol de glicerina esterifica con 3 moles de ácido láurico, por tanto:

$$92 \text{ g de glicerina (1 mol)} \rightarrow 3 \cdot 200 \text{ g de ácido láurico.}$$

$$x \rightarrow 500 \text{ g de ácido láurico.}$$

$$x = \frac{(500 \text{ g ác. láurico} \cdot 92 \text{ g/glicerina})}{600 \text{ g ác. láurico}} = 76,77 \text{ g de glicerina.}$$