

**Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán  
Dirección General  
Dirección del Sistema de Enseñanza Abierta**

**Unidad Puruandiro**

**Biblioteca Virtual**

**Material de Estudio para la Asignatura  
Química II**

**Unidad IV  
Macromoléculas**

**Compilación elaborada por:**

**Jesús Gabriel Zavala Chávez SEA-Puruándiro**

**Morelia, Mich. Abril de 2005.**

## Índice

	Pág.
Introducción	3
4.1 Importancia de las macromoléculas naturales	4
4.1.1 Carbohidratos	4
4.1.2 Lípidos	8
4.1.3 Proteínas	10
4.2 Macromoléculas sintéticas	10
4.2.1 Polímeros de adición	11
4.2.2 Polímeros de condensación	11
Ejercicios de consolidación y retroalimentación	13
Glosario	14
Bibliografía	15

## **Introducción**

Las macromoléculas en tienen una gran importancia tanto para la vida de los diversos seres vivos del planeta, a manera de ejemplo para resaltar lo que se esta mencionando podemos referirnos a la estructura de los diversos tejidos y órganos, de un ser vivo, por ejemplo una planta, la estructura que la sostiene es el tronco que está formado principalmente por celulosa (material con el fabrica el papel), que en realidad es una cadena sumamente grande de azucares a las que nos referiremos más adelante, las papas que en realidad son los tubérculos de una planta contiene una gran cantidad de almidón el cual al igual que la celulosa, también es una cadena muy grande de azucares.

Ahora si mencionaremos a un organismo superior, como por ejemplo nosotros mismos, nuestros tejidos(como son la piel, los músculos, etc.), están formados de cadenas sumamente grandes de aminoácidos, al igual que otras proteínas que tenemos o producimos como son las hormonas, que regulan el funcionamiento de las funciones vitales de nuestra vida.

De la misma manera podemos hablar de compuestos químicos sumamente grandes como son los aceites y las grasas que en realidad son ácidos grasos de cadenas largas.

Los materiales que utilizamos con regularidad muchas veces están formadas de polímeros o macromoléculas, es decir compuestos químicos de pesos moleculares sumamente altos, como son los plásticos, la celulosa(ya mencionada), el mismo almidón puede servir para realizar algunos materiales de uso común, la cera de abeja, las parafinas, etc. con los que se realiza estos materiales o incluso como componentes para la fabricación de cosméticos, cremas, jabones, etc.

Actualmente no solamente los polímeros naturales son aprovechados si no que también se producen una gran cantidad de polímeros sintéticos para realizar materiales incluso más resistentes que el acero.

### **4.1 Importancia de las macromoléculas naturales**

Hoy en día no podemos imaginarnos que consumir alimentos que no tengan azúcar, como los refrescos o el pan, una jalea, etc., imaginemos ahora si quitáramos todos los plásticos, que ahora decimos que son muy perjudiciales para la naturaleza ya que no se degradan tan fácilmente, pero ya existen plásticos que son biodegradables, gracias a que se combinan estos con almidón.

La fabricación de papel es gracias a que se extrae la celulosa de la madera y luego se procesa para realizar las hojas con las nuestros cuadernos o los libros fueron fabricados.

El aceite para cocinar ha sido extraído generalmente de semillas de diversas plantas como el ajonjolí, el girasol, etc. imaginemos que comiéramos siempre alimentos que no tengan necesidad de freírse, cuando las frituras son de consumo general hoy en día.

Si se deje de crecer es porque se dejó de producir la hormona de crecimiento, si nuestro organismo cambia en la etapa de la vida llamada pubertad, es porque se ha iniciado la producción o activación de una gran cantidad de hormonas que provocan los cambios y todas ellas son polímeros de aminoácidos llamadas proteínas.

#### **4.1.1 Carbohidratos**

##### **“Oxidación, reducción y los seres vivos**

Tal vez los procesos de oxidación-reducción más importantes son los que sustentan la vida en este planeta. Obtenemos la energía para realizar todas nuestras actividades físicas y mentales metabolizando alimentos por medio de la respiración. Este proceso se compone de muchas etapas, pero en último término los alimentos que ingerimos se convierten principalmente en dióxido de carbono, agua y energía.

El pan, como muchos otros alimentos que ingerimos, se componen en gran parte de carbohidratos. Si representamos los carbohidratos por el sencillo ejemplo que es la glucosa (  $C_6H_{12}O_6$  ), podemos escribir la ecuación global de su metabolismo como sigue:



Este proceso se lleva a cabo constantemente en el hombre y en los animales. El carbohidrato se oxida durante el proceso.

Por otra parte, las plantas necesitan dióxido de carbono y agua, a partir de los cuales producen carbohidratos. La energía necesaria proviene del Sol, y el proceso se conoce como fotosíntesis. La ecuación química es:



Observa que este proceso que se lleva a cabo en el interior de las plantas es exactamente el inverso del proceso que ocurre en los animales. En el caso del metabolismo de los alimentos en los animales nuestra atención se concentra en un proceso de oxidación. En la fotosíntesis el foco de atención es un proceso de reducción. Los carbohidratos que se producen por fotosíntesis son la fuente última de todos nuestros alimentos, porque los peces, las aves y otros animales se alimentan ya sea de plantas o de otros animales que comen plantas. Advierte que el proceso de fotosíntesis no sólo forma carbohidratos, sino que también produce oxígeno elemental,  $\text{O}_2$ . En otras palabras, la fotosíntesis, además de suministrar todos los alimentos que ingerimos, también proporciona todo el oxígeno que respiramos.

En la naturaleza se llevan a cabo muchas reacciones de oxígeno (en las que el oxígeno se reduce). La reacción neta de la fotosíntesis es única en cuanto a que es una reducción natural del dióxido de carbono (en la que el oxígeno se oxida). Muchas reacciones que ocurren en la Naturaleza consumen oxígeno. La fotosíntesis es el único proceso natural que lo reduce”<sup>1</sup>.

## **Polisacáridos (carbohidratos)**

“Los polisacáridos son polímeros de los azúcares, sustancias que llevan el nombre químico de carbohidratos. Los carbohidratos son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, estos dos últimos en la misma proporción que en el agua, es decir, dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno. Su fórmula empírica es  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Son las fuentes más importantes de energía en los organismos.

Tal vez el carbohidrato más conocido sea la sacarosa, con fórmula  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , pues es el azúcar que utilizamos comúnmente en las comidas. La sacarosa es un disacárido, o sea,

---

<sup>1</sup> HILL John W. y Kolb Doris K., “Química para el nuevo milenio”, Editorial Pearson, 8ª Edición, México, 1999. págs. 213-214.

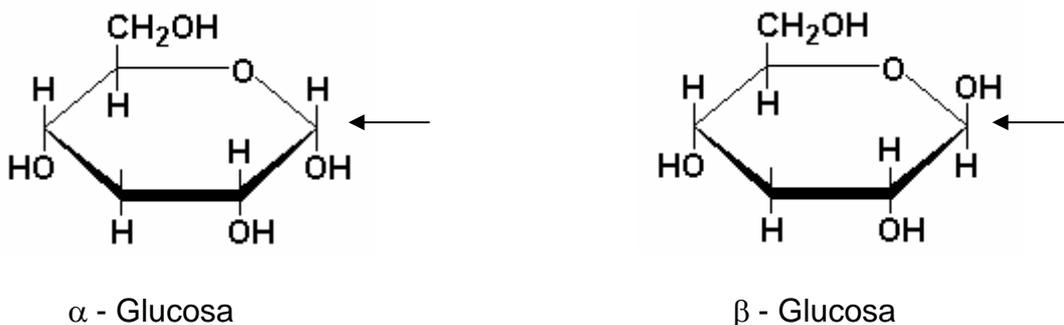
esta formada por dos moléculas de carbohidratos, glucosa y fructosa, que se unen por condensación, con la eliminación de una molécula de agua.

Otros disacáridos ampliamente conocidos son la lactosa, que se encuentra en la leche, y la maltosa, producto de la cebada.

Por otra parte, la celulosa y el almidón son polisacáridos de la glucosa, donde el prefijo *poli-* si representa a una multitud de moléculas de glucosa que se unen por condensación. La masa molecular de la celulosa es de cerca de 400 000 uma, mientras que el almidón puede alcanzar varios millones. La celulosa es uno de los principales elementos estructurales de las plantas y el almidón constituye su reserva energética.

La celulosa es la sustancia orgánica mas abundante en la tierra, y únicamente algunas bacterias pueden digerirla, como las que se encuentran en el sistema digestivo de las termitas. Por otra parte, una enorme cantidad de animales digiere el almidón, que es abundante en cereales y tubérculos, como el maíz y las papas. Se le utiliza ampliamente como relleno de medicinas en forma de pastillas y también como cápsulas.

La mayor diferencia estructural entre la celulosa y el almidón es la manera como se unen las moléculas de glucosa, a través de uno de sus grupos  $-OH$ <sup>2</sup>.

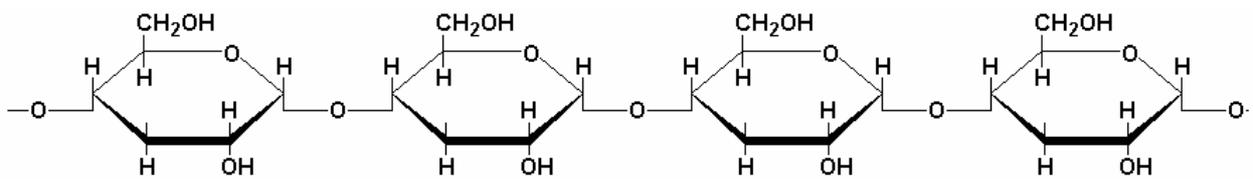


Para entender mejor de lo se esta hablando observa las estructuras anteriores, en ellas se esta señalando con una flecha el carbono inmediato al oxigeno que se encuentra como parte del anillo; como vemos la única diferencia entre una estructura y otra es la posición del  $-OH$ , la estructura cuyo  $-OH$  esta del lado contrario al  $-CH_2OH$  es la  $\alpha$  - Glucosa, mientras que la lo tiene del mismo lado es la  $\beta$  - Glucosa.

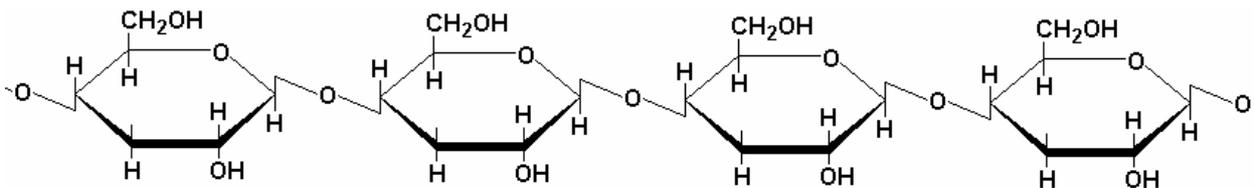
<sup>2</sup> GARRITZ A. Chamizo J. A., "Química", Editorial Addison Wesley Iberoamericana, México 1998. págs. 528-529.

Los dos azúcares como tales si se encontraran en el organismo humano no se tendría gran diferencia, sin embargo cuando se encuentran formando cadenas de varias o muchas estructuras unidas unas con otras, se trata de diferentes compuestos, así se tenemos una cadena larga de  $\alpha$  - Glucosa, se llama almidón, del cual queremos suponer ya has escuchado, pues forma parte de la papa, del maíz, de la harina con la que se fabrica el pan, etc, y cuyo compuesto puede ser descompuesto en azúcares de estructuras simples en el interior del organismo humano para ser aprovechado como fuente de energía. En cambio si se trata de cadenas igual de grandes pero ahora que este formadas por la  $\beta$  - Glucosa, el compuesto ahora es la celulosa, que forma parte de la estructura de sostén de la plantas y cuyo producto se aprovecha para fabricar el papel; este compuesto no puede ser desdoblado por el organismos humano, pero si lo aprovechan los animales vegetarianos, es decir que comen plantas.

Veamos una fracción de las cadenas de almidón y de celulosa:



Almidón (estructuras de Glucosa unidas por enlaces  $\alpha$ ).



Celulosa (estructuras de Glucosa unidas por enlaces  $\beta$ )

El organismo humano produce una enzima llamada  $\alpha$  -**amilasa**, presente en la saliva y en el jugo gástrico; esta enzima es capaz de romper los enlaces entre glucosa y glucosa del almidón para que pueda ser utilizado para la producción de la energía necesaria para el funcionamiento del organismo completo. Esta enzima es incapaz de romper los enlaces que unen a las estructuras de glucosa presentes en la celulosa.

Al contrario de lo que se menciona en el párrafo anterior los animales vegetarianos, producen en su jugo gástrico la enzima  $\beta$  -amilasa, que rompe los enlaces  $\beta$  que unen una

con otra las estructuras de glucosa de la celulosa presente en los vegetales con que se alimentan.

### 4.1.2 Lípidos

Los lípidos también conocidos como aceites y grasas, sirven como medio de protección en los animales, como por ejemplo en las plantas de los pies amortiguan, nuestro peso, como reserva de energía, es decir en determinado momento se pueden descomponer para aprovechar la energía que se desprenda en esta descomposición, sin embargo tanto los azúcares como las grasas que se absorben y no se aprovechan son almacenados en la parte interna de la piel o entre los tejidos que forman los músculos, formando las llamadas “lonjitas”, y en las plantas se producen los aceites en las semillas, de donde se extraen los aceites vegetales utilizados para cocinar.

Los lípidos más complejos son sustancias como las grasas y ceras (como la de abeja).

Los ácidos grasos contienen en su estructura un grupo  $\text{-COOH}$ , como lo vimos en la unidad tres de esta asignatura.

Los ácidos grasos llamados saturados, son aquellos que todos los enlaces carbono - carbono son sencillo, mientras que los insaturados contienen dobles y/o triples enlaces, los que se conocen como grasas poli-insaturadas son las que además de tener cadenas largas tienen una cantidad considerable de dobles o triples enlaces.

En la siguiente tabla encontramos algunos ejemplos de ácidos grasos, con su correspondiente nombre y en que tipo grasa los podemos encontrar:

N° de carbonos	Estructura condensada	Nombre	Fuente común
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Ácido butírico	Mantequilla
6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Ácido caproico	Mantequilla
8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Ácido caprílico	Aceite de coco
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Ácido cáprico	Aceite de coco
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Ácido láurico	Coquito de aceite

14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Ácido mirístico	Aceite de nuez de nuez moscada
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Ácido palmítico	Aceite de palma
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Ácido esteárico	Sebo de res
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido oleico	Aceite de oliva
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Ácido araquidónico	Higado

### 4.1.3 Proteínas

Las proteínas son sustancias que se encuentran en todos los seres vivos, las cuales tienen diversas funciones como son Enzimas que regulan las reacciones dentro del organismo, por lo que existe un enzima especializada cada reacción, por ejemplo la amilasa rompe los enlaces entre glucosa y glucosa en el almidón. Otro grupo de proteínas son las hormonas que se encargan de regular las funciones del organismo, así existe una enzima de crecimiento, una enzima para regular la producción de hormonas sexuales, etc.

Otro grupo de proteínas son los musculares, es decir forman parte de los músculos, como son el corazón, los bíceps, etc.

Otro grupo de proteínas son las que forman parte del resto de las estructuras como son la piel, las uñas y el cabello.

### 4.2 Macromoléculas sintéticas

Las macromoléculas sintéticas son productos de un proceso que podríamos llamarle unión química secuencial entre molécula y molécula, de tal forma que quede una cadena muy larga de hidrocarburos a cuyo proceso se le llama polimerización.

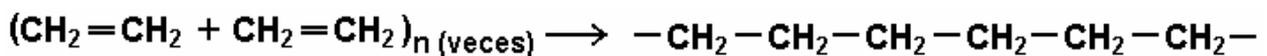
La polimerización consiste en la combinación de moléculas pequeñas de hidrocarburos para obtener moléculas con mayor número de átomos de carbono.

Los polímeros están formados por una unidad fundamental a la que se le llama monómero, el que se repite cientos, miles o millones de veces. Si el monómero es de un solo tipo, las macromoléculas reciben el nombre de polímero y si los monómeros son distintos se les llama copolímeros. Si el monómero se repite dos veces el compuesto se le llama dímero, si se repite tres veces trímero, etc.

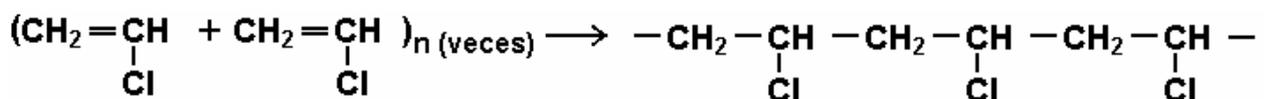
Los polímeros sintéticos comenzaron a producirse en 1907 con el compuesto denominado la baquelita (utilizada actualmente para realizar componentes para instalaciones eléctricas, obtenida a partir del fenol y el formaldehído).

#### 4.2.1 Polímeros de adición

Los polímeros de adición son el resultado de la unión regularmente de monómeros iguales mediante la eliminación de átomos de hidrógeno, como ejemplo del etileno(eteno), como se muestra en el siguiente ejemplo:



Otro ejemplo es la obtención de PVC (Policloruro de Vinilo):

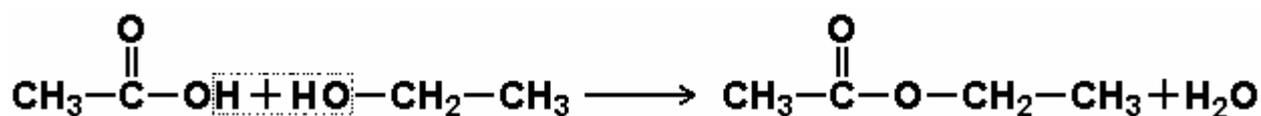


Los ejemplos más claros de los polímeros de este tipo son los plásticos, utilizados para la realización de partes estructurales de diversos equipos, como son tuberías, muebles, empaques. Etc.

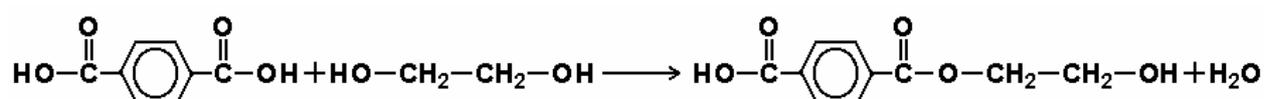
#### 4.2.2 Polímeros de condensación

“Los polímeros de condensación son el resultado de la polimerización entre moléculas de diferentes grupos funcionales, que al reaccionar se desprende una molécula pequeña generalmente de agua.

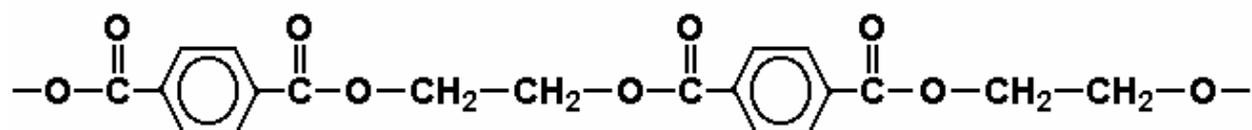
Ejemplo: la obtención del acetato de etilo es el resultado de la reacción entre el ácido acético (vinagre) y el etano:



Este compuesto es utilizado para la fabricación de fibras de poliéster. En este caso, se toma una molécula con dos grupos carboxilo (un diácido), como el ácido tereftálico, y otra molécula con dos grupos funcionales hidroxilo, como el etilenglicol. Inicialmente, se produce un éster con un grupo carboxilo libre por un lado y un grupo hidroxilo por el otro:



Posteriormente, ambos grupos libres (el  $-\text{COOH}$  de la izquierda y el  $-\text{OH}$  de la derecha) pueden seguir reaccionando con otras moléculas. El proceso continúa hasta producir largas cadenas de poliéster, el polietilentereftalato (PET).



El uso más común del polietilentereftalato es la fabricación de fibras textiles y de películas transparentes, empleadas en cintas de grabadora y para empacar alimentos congelados. Es altamente probable que es este mismo momento vistas ropa hecha con multitud de las macromoléculas de un poliéster. Es más, se te pidiéramos quitarte todas las prendas hechas con estas fibras, podrías quedar completamente desnudo(a).

Recientemente se ha logrado que esta resina alcance un alto grado de cristalinidad, lo que la ha convertido en el termoplástico más rígido. Varias compañías automotrices lo han usado para reemplazar piezas metálicas<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> GARRITZ A. y Chamizo J.A. "Tú y la Química", Ed. Prentice Hall, México 2001, pag. 486-487.

## Ejercicios de consolidación y retroalimentación

1° Describe brevemente lo que es un azúcar

2° Menciona al menos cinco alimentos que contienen como azúcares, utilizados como edulcorantes.

3° Menciona tres alimentos en los que para su elaboración fueron utilizados polisacáridos

4° Describe brevemente que diferencia existe entre el almidón y la celulosa.

A continuación se enlistan una serie de alimentos, coloca en la línea el número que corresponda al polímero natural más abundante de los que se señalan:

1.- Carne	_____	Almidón
2.- Mayonesa	_____	Proteína
3.- Pan	_____	Lípidos

¿Porqué son importantes para los seres vivos las macromoléculas? Señala algunos ejemplos.

Las macromoléculas sintéticas son la clave para el progreso de la vida de la gente, e incluso han marcado una nueva era de la humanidad por los avances tecnológicos. Señala algunos ejemplos de materiales hechos con macromoléculas sintéticas y sus principales usos.

## Glosario

**Ácido desoxirribonucleico:** Un tipo de ácido nucleico.

**Ácido ribonucleico:** Un tipo de ácido nucleico.

**Ácido nucleico:** Polímeros de alta masa molecular que tiene un papel esencial en las síntesis de proteínas. Contienen la información genética del ser vivo donde se encuentra.

**Aminoácidos:** Compuestos que contienen al menos un grupo amino y por lo menos un grupo carboxilo. Son las unidades estructurales de las proteínas.

**Copolinización:** Formación de un polímetro que contiene dos o más monómeros diferentes.

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

**Monómero:** Unidad sencilla que se repite en un polímero.

**Nucleótido:** Unidad que se repite en cada molécula de DNA que consiste en un conjunto de base-desoxirribosa-fosfato.

**Polímero:** Compuesto que se distingue por su alta masa molecular, la cual puede llegar a miles o millones de gramos y formada por muchas unidades que se repiten.

## **Bibliografía**

CHANG Raymond, "Química", Ed. Mc Graw Hill, Sexta edición, México 1981.

GARRITZ A. y Chamizo J. A., "Química", Editorial Addison Wesley Iberoamericana, México 1998

GARRITZ A. y Chamizo J.A. "Tú y la Química", Ed. Prentice Hall, México 2001

HILL John W. y Kolb Doris K., "Química para el nuevo milenio", Editorial Pearson, 8ª Edición, México, 1999.