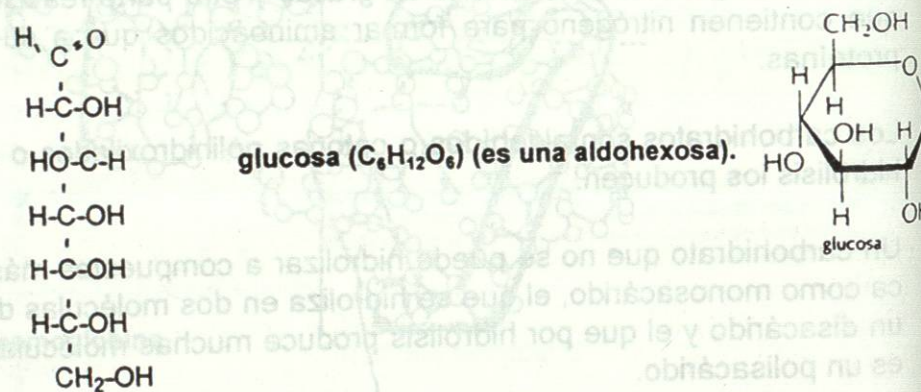


**Clasificación de los carbohidratos**

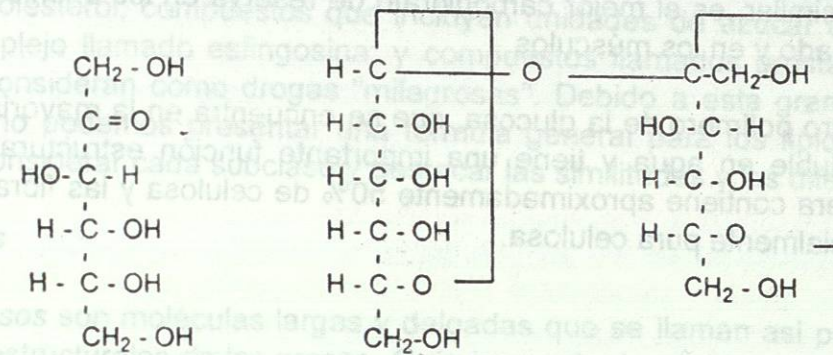
<b>Monosacáridos</b>	Pentosas	Aldo: arabinosa, xilosa, lixosa, ribosa. Ceto: ribulosa, xilulosa.
	Hexosas	Aldo: glucosa, gulosa, manosa, galactosa, talosa, aldosa, atrosa, idosa. Ceto: fructosa, sorbosa.
<b>Disacáridos.</b>	sacarosa, lactosa, maltosa, celobiosa	
<b>Trisacáridos:</b>	rafinosa	
<b>Polisacáridos</b>	Pentosanas: arabana, xilana	
	Hexosanas. almidón, glucógeno, inulina, celulosa	
<b>Derivados</b>	hemicelulosas, gomas, mucilagos, pectinas.	

**Monosacáridos**

De los monosacáridos, las hexosas son las de mayor importancia y, en especial, la glucosa con fórmula  $C_6H_{12}O_6$ , (conocida también como dextrosa, o azúcar de la sangre) y es parte fundamental de los disacáridos y de los polisacáridos. La glucosa cuando está en forma combinada o como monosacárido libre, constituye sin duda el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza. Se encuentra en plantas, frutas, verduras y en el torrente sanguíneo de ciertos animales, su estructura es la siguiente:



La cetohehexosa más importante es la fructosa, ( $C_6H_{12}O_6$ ) llamada también levulosa o azúcar de fruta, se encuentra como azúcar libre en la fruta y en la miel, combinada con glucosa constituye el disacárido sacarosa. ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Sus estructuras son:



fructosa ( $C_6H_{12}O_6$ )  
(es un cetohehexosa)

sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )  
(es un disacárido, y recibe el nombre de azúcar de mesa).

Cuando el hidrógeno del (-OH) del carbono # 1 es reemplazado por otro monosacárido, se obtienen los disacáridos como en el caso de la sacarosa.

**Disacáridos**

Son compuestos que pueden hidrolizarse en dos monosacáridos. Entre los más importantes están la maltosa, la lactosa y la sacarosa.

La sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), conocida como azúcar de mesa, se obtiene de la caña de azúcar, no es un azúcar reductor, está compuesto de una unidad de glucosa y una de fructosa. El enlace ocurre entre el grupo aldehído de la glucosa y el grupo cetona de la fructosa, se encuentra en los jugos de frutas y vegetales, y en la miel de abeja.

La lactosa (azúcar de leche), se encuentra en la leche de los mamíferos, está constituida por glucosa y galactosa. Del 4 al 5% de la leche de vaca es lactosa, mientras que la leche humana contiene del 6 al 8%.

**Polisacáridos**

Son moléculas que pueden hidrolizarse en una gran cantidad de moléculas de monosacáridos. Las más importantes son los almidones y la celulosa.

El almidón es un polímero constituido por muchas unidades de glucosa. Las plantas lo utilizan como su principal elemento de reserva, almacenándola en forma de gránulos; en las semillas, frutas, tubérculos o raíces.

El glucógeno es similar, es el mejor carbohidrato de reserva en los animales, se almacena en el hígado y en los músculos.

La celulosa es otro polímero de la glucosa, que se encuentra en la mayoría de las plantas. Es insoluble en agua y tiene una importante función estructural en las plantas. La madera contiene aproximadamente 50% de celulosa y las fibras de algodón son esencialmente pura celulosa.

## Lípidos

Los lípidos son mejor conocidos como las grasas en nuestra sociedad. Las personas que siguen una dieta para perder peso, con frecuencia tratan de eliminar las grasas de su dieta. De gramo a gramo las grasas contienen aproximadamente el doble del contenido calórico de los carbohidratos. El cuerpo tiene una capacidad muy limitada para almacenar carbohidratos. Puede guardar algo de glucógeno en el hígado o en el tejido muscular, pero los carbohidratos principalmente en forma de glucosa, únicamente satisfacen las necesidades inmediatas de energía del cuerpo. Si tratamos de almacenar reservas de energía, entonces cuanto más energía podamos almacenar en un espacio dado mejor estaremos. La oxidación de las grasas aporta aproximadamente 9 kcal/gramo, mientras que la oxidación de los carbohidratos produce solamente 4kcal/g. El cuerpo y su capacidad para hacerlo es asombrosa. Existe el caso registrado de un hombre que pesaba 486 kg (casi 1000 lb). Si toda esa "energía" hubiera sido almacenada como carbohidratos él habría pesado una tonelada o más.

Los lípidos tienen múltiples funciones, por ejemplo: representan un papel importante en el cerebro y en el tejido nervioso, sirven como capa protectora y aislante de órganos vitales, y sin grasas en nuestra dieta padeceríamos deficiencia en vitaminas liposolubles, A, D, E y K. Más importante aún, los lípidos constituyen la parte principal de las membranas de los más de 10 billones de células de nuestro cuerpo.

Los carbohidratos y las proteínas se clasifican así por sus grupos funcionales. Los carbohidratos son polihidroxialdehídos o cetonas. Las proteínas son poliamidas.

Pero los lípidos no tienen un grupo funcional en particular, algunos tienden a ser ésteres o compuestos capaces de formar ésteres, pero esto abarca muchas áreas y no nos explica la variación tan grande de estructura que encontramos en los lípidos. Lo que hace que un lípido sea un lípido, es su solubilidad. Los lípidos son solubles en solventes orgánicos relativamente no polares como el tetracloruro de car-

bono, el cloroformo y el éter dietílico, pero en general son insolubles en agua. Muchos compuestos aislados a partir de los tejidos corporales se clasifican como lípidos si son más solubles en solventes orgánicos que en el agua. En esta categoría se incluyen los ésteres del glicerol y los ácidos grasos o el ácido fosfórico; esteroides como el colesterol; compuestos que incluyen unidades de azúcar o un aminoalcohol complejo llamado esfingosina; y compuestos llamados prostaglandinas que algunos consideran como drogas "mitogénicas". Debido a esta gran variación de estructura no podemos presentar una fórmula general para los lípidos, por lo que se debe considerar cada subclase y destacar las similitudes y las diferencias.

## Ácidos grasos

Los ácidos grasos son moléculas largas y delgadas que se llaman así porque son componentes estructurales de las grasas. Químicamente, los ácidos grasos son en general ácidos carboxílicos de cadena larga. Casi todos contienen un número par de átomos de carbono y pocos son ramificados. Algunos, los ácidos grasos no saturados, contienen uno o más enlaces dobles. Son raros los ácidos grasos libres; se presentan en la naturaleza solamente en pequeñas cantidades. Las grasas y otros lípidos, sin embargo, constituyen el depósito del que se pueden extraer los ácidos grasos. La tabla 15.2 presenta algunos ácidos grasos comunes y su fuente de obtención más importante.

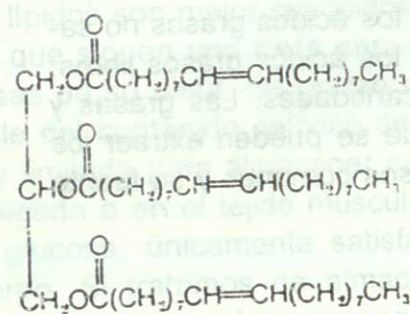
Tabla 15.2 Ácidos grasos comunes

Número de átomos de carbono	Estructura condensada	Nombre	Fuente
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	Aceite de copra
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Ácido mirístico	Aceite 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
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido palmitoleico	Mantequilla
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido oleico	Aceite de oliva
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Ácido linoleico	Aceite de soya
18	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Ácido linolénico	Aceite de linaza

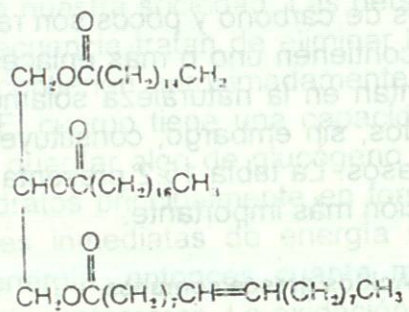
### Grasas: Sólidas y saturadas

Químicamente, las grasas son ésteres de los ácidos grasos y del glicerol; tres unidades ácidas se combinan con los tres grupos hidroxilo de la molécula de glicerol. Las unidades de ácido graso pueden ser la misma, como la triestearina y se llaman triglicéridos simples. Las grasas que más se encuentran en la naturaleza contienen unidades de ácido graso diferentes en la misma molécula. Estas se llaman *triglicéridos mixtos*. Por ejemplo, pueden estar presentes grupos oleato, estearato y palmítico.

Las grasas animales contienen generalmente tanto grasas saturadas como insaturadas, pero predominan las primeras. A temperatura ambiente, las grasas animales son generalmente sólidas. A temperatura corporal en las criaturas de sangre caliente, sin embargo, dichas grasas probablemente existen en estado líquido.



(Un triglicérido simple)



(Un triglicérido mixto)

### Aceites: Insaturados y líquidos

Las grasas sólidas se derivan principalmente de animales mientras que las grasas líquidas, llamadas aceites, se obtienen principalmente de fuentes vegetales. En cuanto a su estructura, los aceites son idénticos a las grasas, excepto en que llevan una proporción más elevada de unidades de ácido insaturado.

Las grasas animales (mantequilla, sebo, tocino) son más insaturadas que los aceites vegetales.

El término *poliinsaturado*, que se viene leyendo en periódicos y anuncios en los últimos años, significa simplemente que las moléculas tienen varios enlaces dobles cada una. Las grasas saturadas intervienen, junto con el colesterol, un esteroide, en un tipo de arteriosclerosis, endureciendo las arterias.

A medida que esta situación se desarrolla, los lípidos se van depositando en las paredes de las arterias. Finalmente, estos depósitos se calcifican y se endurecen quitando a los vasos su elasticidad. Todavía no se ha demostrado que cuando co-

memos gran cantidad de grasas éstas se depositan en las paredes de nuestros vasos sanguíneos, pero lo que se ha visto es una correlación estadística entre las dietas ricas en grasas saturadas y la incidencia de la enfermedad. Esta correlación es la que ha hecho que nos preocupemos por las cantidades relativas de grasas saturadas e insaturadas de nuestras dietas. Los anuncios que recomiendan que compremos margarina de aceite de maíz (preparada con aceite vegetal relativamente insaturado) en vez de mantequilla (una grasa animal relativamente saturada) se aprovechan de esta preocupación.

Los aceites vegetales pueden convertirse en sólidos o semisólidos por hidrogenación. La margarina, un sustituto de la mantequilla, y la manteca vegetal, un sustituto del tocino, constan de aceites vegetales que han sido parcialmente hidrogenados. En general, debido a la propaganda de los productos poliinsaturados, la hidrogenación se limita al grado necesario para dar a los productos la consistencia apropiada. El consumidor conseguirá mucha mayor insaturación usando directamente los aceites, pero la mayoría de las personas prefiere untar margarina a sus tostadas que aceite.

Si se dejan a temperatura ambiente en contacto con el aire húmedo, las grasas y los aceites se enrancian pronto. Dicha rancidez, que se caracteriza por su olor desagradable, es el resultado de dos reacciones. Una, la hidrólisis, produce ácidos grasos volátiles. La mantequilla, por ejemplo, da los ácidos malolientes cáprico, caprílico y butírico. Y la otra, la oxidación de los componentes del ácido graso insaturado en el aire, produce también gran variedad de compuestos olorosos volátiles. El olor a sudor, de la piel no lavada se debe en gran parte a la oxidación de las grasas y de los aceites excretados por el cuerpo.

### Ceras

Son ésteres formados a partir de largas cadenas de ácidos grasos y largas cadenas monohidroxiladas. La mayoría de las ceras naturales son mezclas de estos ésteres como la cera de las abejas y el esperma de ballena.

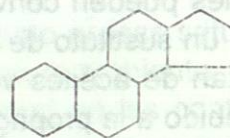
### Fosfolípidos

Son ésteres del glicerol en donde hay dos grupos de ácidos grasos y un residuo de ácido fosfórico esterificado también con una molécula de alcohol usualmente un aminoalcohol. Ejemplo de estas sustancias es la lecitina, el huevo es especialmente rico en lecitina y se produce en grado comercial a partir de frijol de soya para ser usados como emulsificantes.

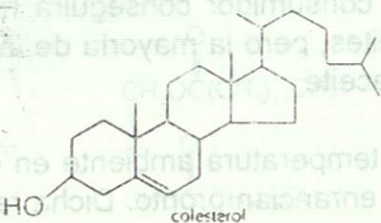
### Esteroides

Estos compuestos generalmente no son de carácter éster, se encuentran en mayor grado en células animales pero también en algunos vegetales. En estas sustancias se incluyen las sales biliares, el colesterol, hormonas como la cortisona y las importantes hormonas sexuales.

Todos los esteroides tienen una unidad estructural común un sistema de cuatro anillos unidos como se muestra en la siguiente estructura:



El colesterol es un esteroide.



### Prostaglandinas

Tal vez ningún compuesto desde el desarrollo de las píldoras anticonceptivas haya provocado tanta actividad en las compañías farmacéuticas con el grupo de compuestos llamado prostaglandinas. Bioquímicamente, las prostaglandinas se derivan de un ácido graso con 20 átomos de carbono.

Estos compuestos se encuentran distribuidos ampliamente por todo el cuerpo pero en concentraciones sumamente bajas. Como drogas las prostaglandinas pueden tener diversas actividades fisiológicas tales como suprimir la congestión nasal, bajar la presión arterial, aliviar la esterilidad masculina, eliminar úlceras pépticas, inducir el trabajo de parto y producir abortos.

### Vitaminas

Los carbohidratos, las grasas y las proteínas son las tres clases principales de alimentos. Para estar sanos debemos ingerir cantidades relativamente grandes de cada una de estas sustancias. No son, sin embargo, los únicos nutrientes que requerimos. Algunas de nuestras necesidades son satisfechas solamente por vitaminas y minerales.

Normalmente hacemos tres comidas diarias para satisfacer nuestra necesidad de carbohidratos, grasas y proteínas, pero todas las vitaminas necesarias se pueden

empaquetar en una única píldora pequeña. Las cantidades requeridas son tan pequeñas que ni siquiera es necesaria una píldora de vitaminas. Podemos obtener todo cuanto necesitamos comiendo sencillamente una dieta balanceada. La naturaleza inteligentemente ha puesto cantidades diminutas pero adecuadas de vitaminas en nuestros diferentes alimentos.

Las vitaminas son compuestos orgánicos específicos que necesita nuestro cuerpo para funcionar adecuadamente. Nuestros cuerpos no pueden sintetizar estos compuestos; deben ser incluidos en la dieta. La ausencia o la escasez de vitaminas producen enfermedades carenciales de vitaminas.

Una de dichas enfermedades, llamada escorbuto, ha afectado a los marinos desde tiempos inmemoriales y se demostró desde 1747 que la enfermedad se podía prevenir incluyendo frutas frescas o verduras en la dieta.

En 1897, el científico holandés Christiaan Eijkman demostró que el arroz refinado carecía de algo que se encontraba en las cáscaras del arroz de grano entero. La falta de este "algo" provocaba la enfermedad denominada *beriberi*, que en aquel tiempo era un gran problema en las Indias Orientales Holandesas.

Las vitaminas se dividen en dos grandes categorías, el grupo *liposoluble* donde entran la A, la D, la E y la K, y el grupo *hidrosoluble* donde están el complejo B y la vitamina C.

Debido a su solubilidad en agua, las vitaminas B y C no son almacenadas en un grado apreciable en el organismo, y por ellos los alimentos que contienen estas vitaminas se deben incluir en la dieta diaria. En cambio, las vitaminas liposolubles se almacenan en cantidades suficientes lo que evita que aparezcan enfermedades por deficiencia de ellas, aun en personas que han subsistido durante un largo período con una dieta deficiente en vitaminas. Con la fácil disponibilidad de complementos vitamínicos, ahora los médicos se encuentran casos de hipervitaminosis, una enfermedad ocasionada por una cantidad excesiva de vitaminas. Debido a que el organismo sólo puede almacenar las vitaminas solubles en grasas, solamente para estas vitaminas se han observado hipervitaminosis.

Los diferentes patrones de solubilidad de las vitaminas solubles en agua y de las solubles en grasas, se pueden comprender en términos de sus estructuras.

Las estructuras químicas de la vitamina A (retinol), de la vitamina C (ácido ascórbico) y de una de las vitaminas del complejo B (vitamina B<sub>6</sub> o piridoxal) aparecen a continuación. Observa que la molécula de vitamina A es una cadena muy larga de carbonos, es no polar. En cambio, las moléculas de vitamina C y vitamina B<sub>1</sub> son más pequeñas y tienen más grupos -OH que pueden formar puentes de hidrógeno con el agua.

