

**BIOENERGÉTICA Y METABOLISMO
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

Dr. Antonio Escribano Zafra

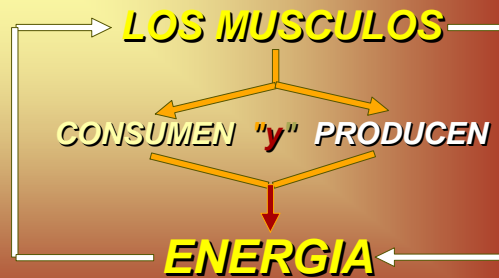
Curso 2006-2007

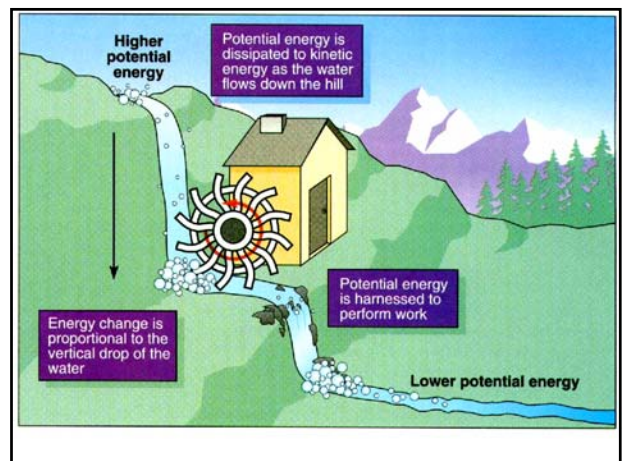
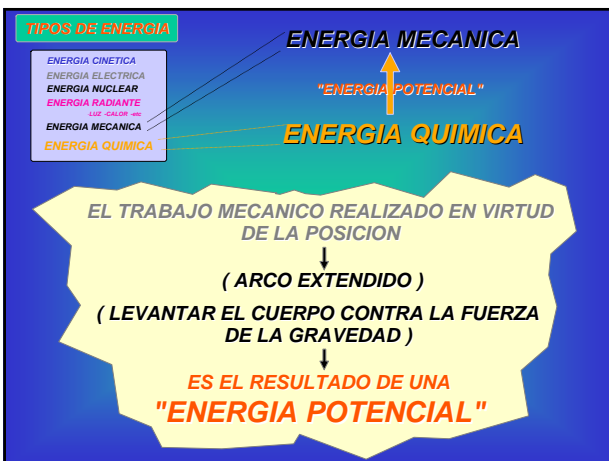
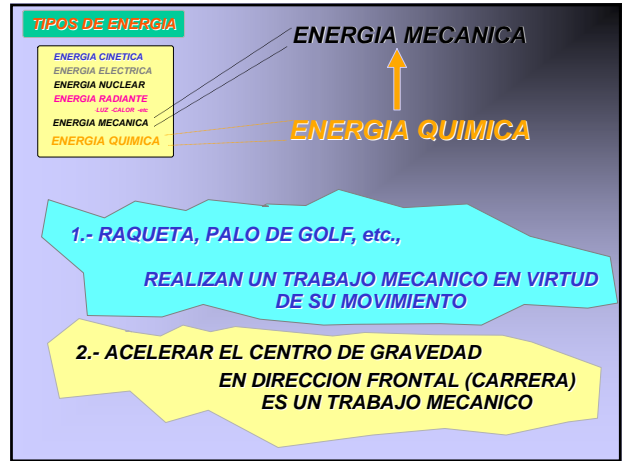
CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- **ENERGÍA**
- **TRABAJO**
- **POTENCIA**
- **CAPACIDAD FÍSICA**

LA ENERGIA

**"CAPACIDAD DE REALIZAR
UN TRABAJO"**





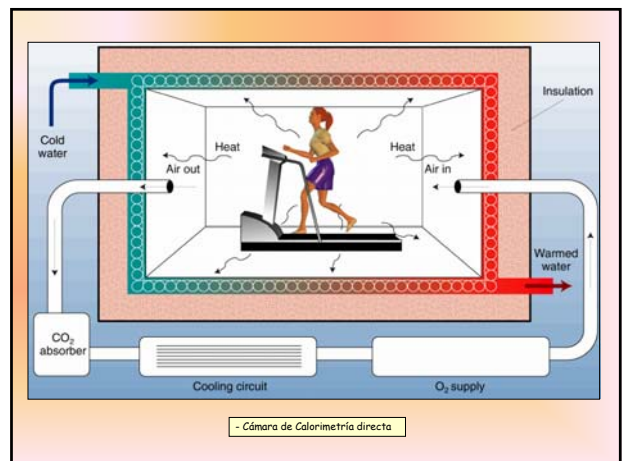
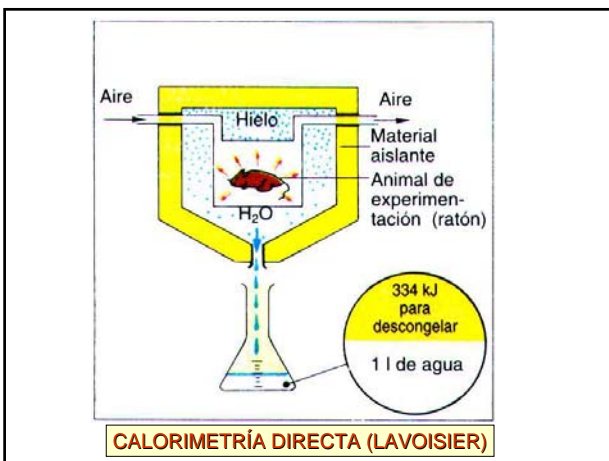
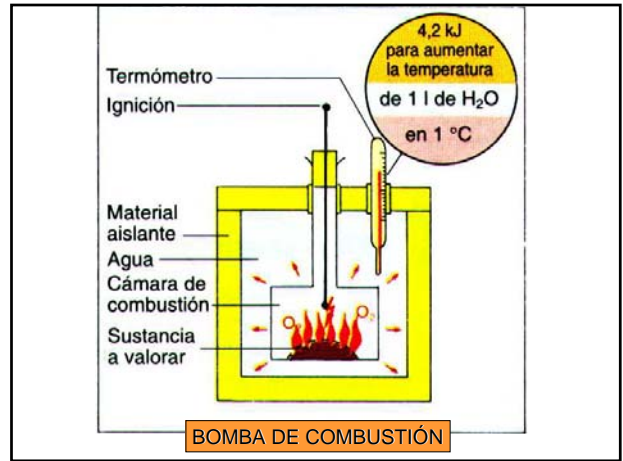
TIPOS DE ENERGIA

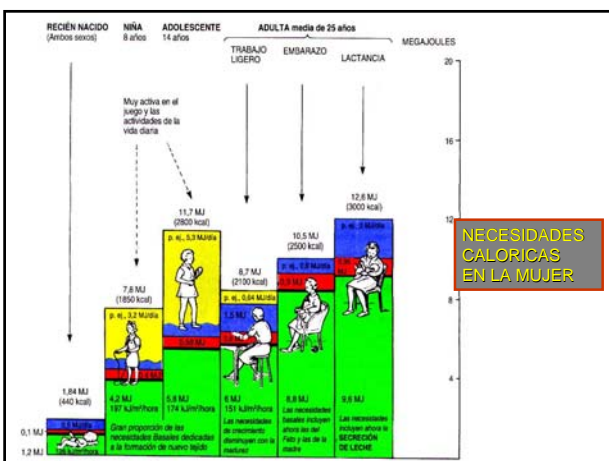
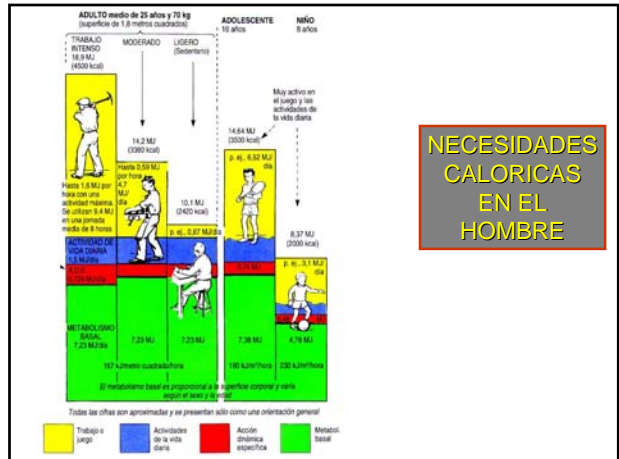
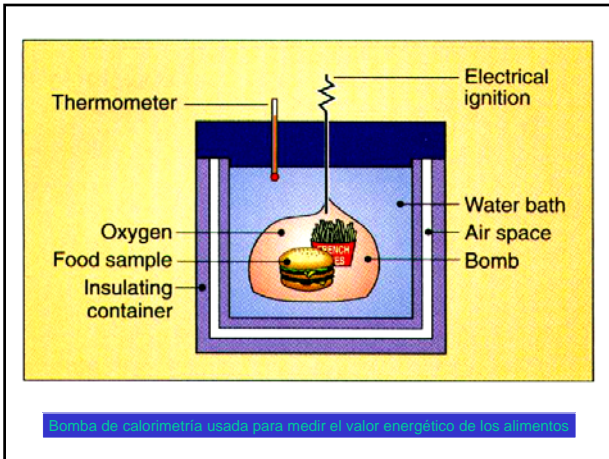
- ENERGIA CINÉTICA
- ENERGIA ELÉCTRICA
- ENERGIA NUCLEAR
- ENERGIA RADIANTE
- ENERGIA MECÁNICA
- ENERGIA QUÍMICA

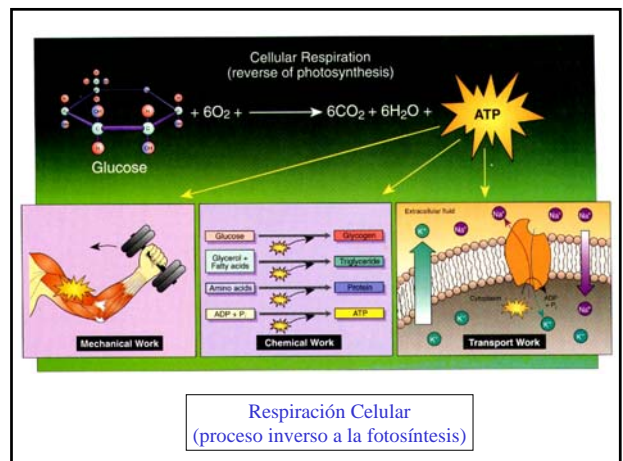
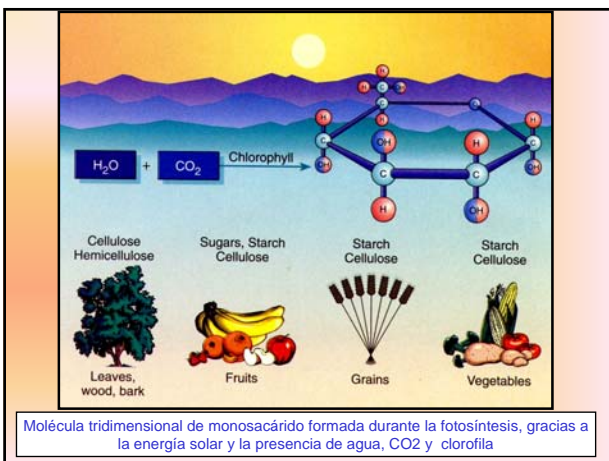
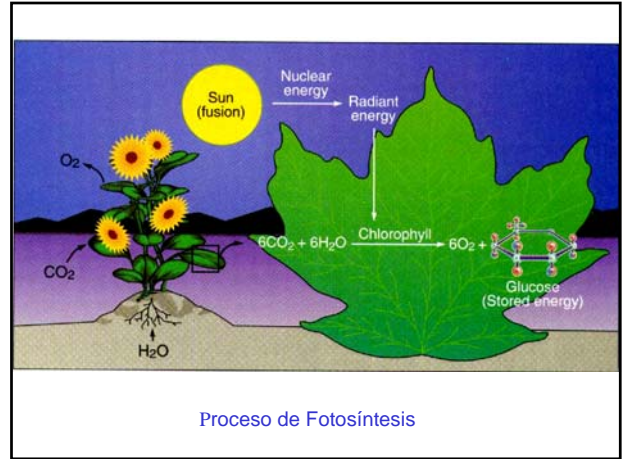
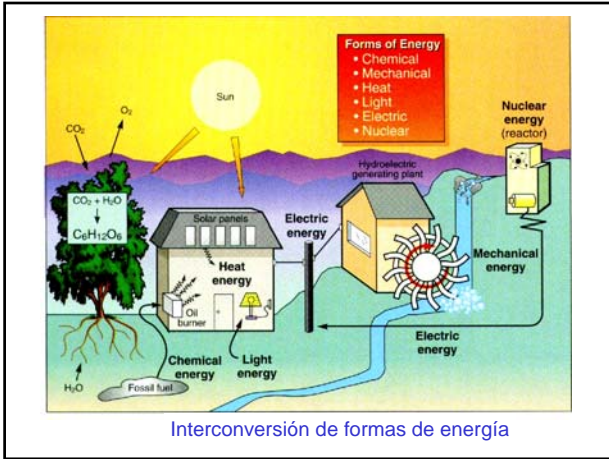
LA UNIDAD DE MEDIDA MAS COMUN DE LA ENERGIA ES LA "CALORIA"

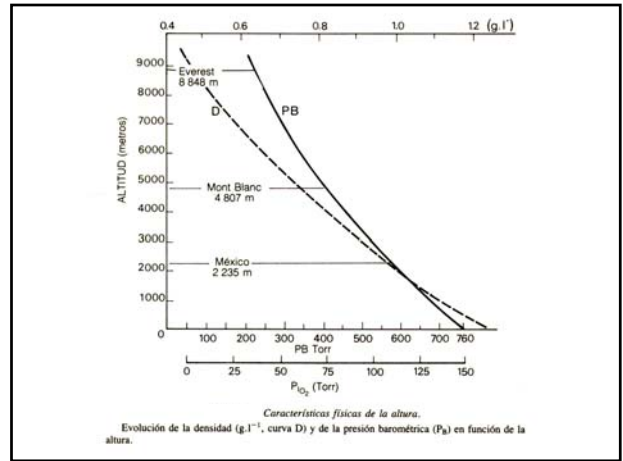
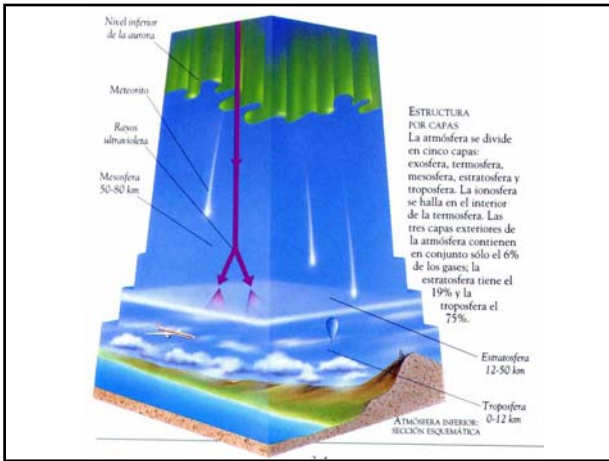
" CANTIDAD DE ENERGIA CALORICA REQUERIDA PARA ELEVAR LA TEMPERATURA DE 1 gr. DE AGUA EN 1 GRADO "

"UNA KILOCALORIA (kcal) ES IGUAL A 1000 cal."









TRABAJO

ENERGIA = CAPACIDAD DE REALIZAR UN TRABAJO

↓
desde un punto de vista cuantitativo

"EL TRABAJO MECANICO (T) ES EL PRODUCTO DE UNA FUERZA (F) ACTUANDO A LO LARGO DE UN ESPACIO (e)"

$$T = F \times e$$

TRABAJO

$$T = F \times e$$

UN INDIVIDUO DE 80 Kg. SUBE UNA ESCALERA DE 3 m. REALIZARA UN TRABAJO MECANICO EQUIVALENTE A:

$$80 \text{ Kg} \times 3 \text{ m.} = 240 \text{ Kg-m}$$

EQUIVALENTE A: 0.565 Kcal.

ES POSIBLE CONSUMIR ENERGIA SIN REALIZAR UN TRABAJO MECANICO (SOSTENER UN PESO SIN DESPLAZARLO)

"TRABAJO MUSCULAR" NO SIEMPRE ES SINONIMO DE "TRABAJO MECANICO"

POTENCIA

LA POTENCIA (W) ES EL TRABAJO REALIZADO
POR UNIDAD DE TIEMPO (t)

$$W = T/t = (F \times e) / t$$

SI EL INDIVIDUO DE **80 Kg.** QUE SUBE UNA ESCALERA DE **3 m.**
LO HACE EN **1 seg.** DE TIEMPO (t)
HABRA DESARROLLADO UNA POTENCIA DE:

$$80 \text{ Kg} \times 3\text{m.}/1\text{seg} = 240 \text{ Kg-m/seg}$$

CAPACIDAD FÍSICA

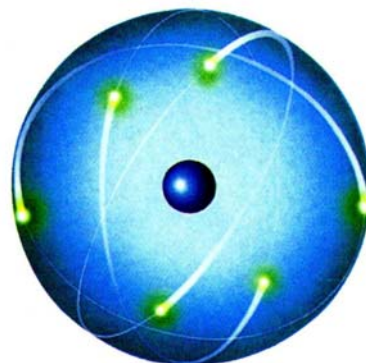
La **CAPACIDAD FÍSICA GENERAL** es la posibilidad que posee un sistema muscular activo de generar, mediante cualquiera de los sistemas energéticos, la energía necesaria para llevar a cabo:

- 1.- el máximo trabajo mecánico posible, y
- 2.- mantenerlo durante el máximo tiempo.

CAPACIDAD FÍSICA

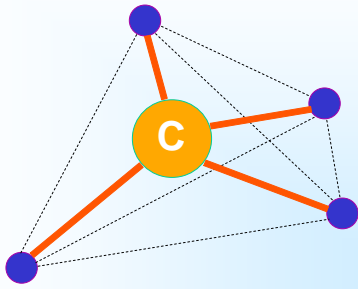
La **CAPACIDAD FÍSICA GENERAL** es la posibilidad que posee un sistema muscular activo de generar, mediante cualquiera de los sistemas energéticos, la energía necesaria para llevar a cabo:

- 1.- el máximo trabajo mecánico posible,
y
- 2.- mantenerlo durante el máximo tiempo

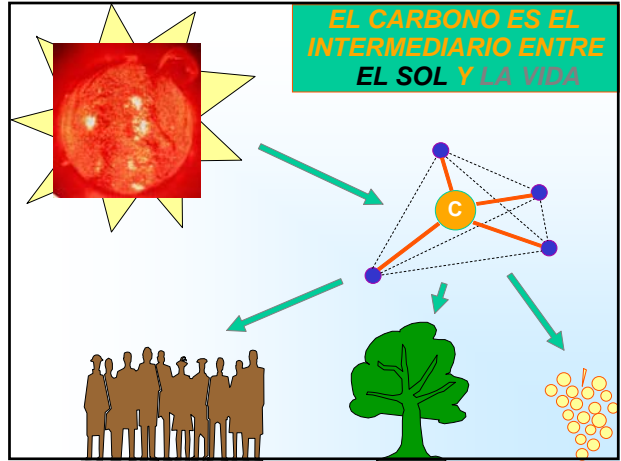


Átomo
de carbono

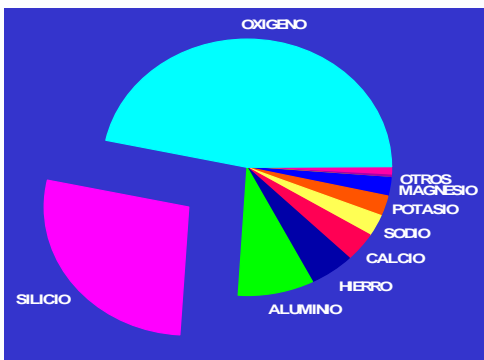
EL CARBONO



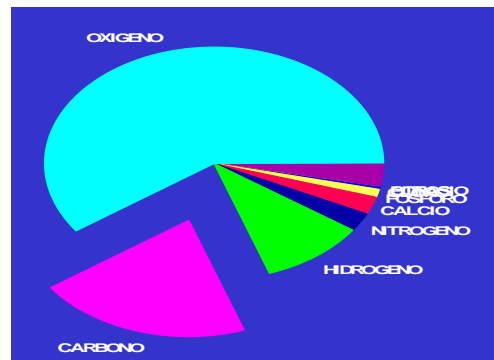
EL CARBONO ES EL INTERMEDIARIO ENTRE EL SOL Y LA VIDA

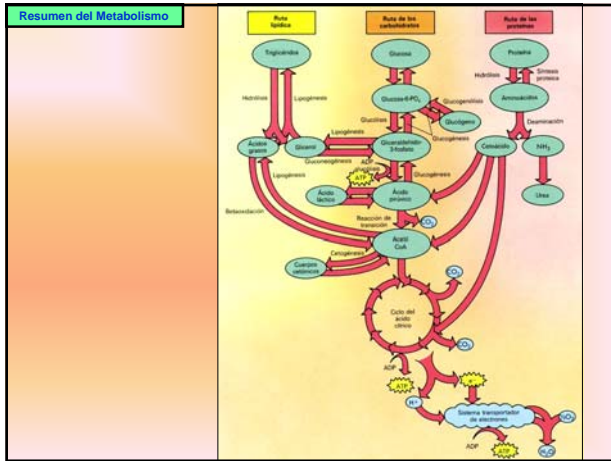


PORCENTAJE DE ELEMENTOS EN LA CORTEZA TERRESTRE



PORCENTAJE DE ELEMENTOS EN EL CUERPO HUMANO





Conceptos de FISIOLÓGÍA FÍSICO-QUÍMICA aplicados al EJERCICIO

La "FÍSICO-QUÍMICA FISIOLÓGICA" estudia los organismos vivos y los procesos vitales, analizando directamente la composición química de la materia viva y de los procesos que mantienen actividades vitales:

- CRECIMIENTO
- CONTRACCIÓN MUSCULAR
- TRANSMISIÓN DEL IMPULSO NERVIOSO
- GASTO ENERGÉTICO

La vida depende de "concentraciones" y "proporciones" adecuadas de las sustancias químicas en el citoplasma celular.

Los distintos niveles de organización estructural, se basan en la existencia y relaciones recíprocas entre átomos y moléculas

ELEMENTOS Y COMPUESTOS

Las sustancias son "Elementos" o "Compuestos".

- Un **ELEMENTO** es "puro" cuando no puede ser desdoblado ni descompuesto en dos o más sustancias distintas.
Ejemplos de elemento: OXÍGENO, FÓSFORO, COBRE.
- El cuerpo humano está formado por **26 elementos (11 son los principales)**.
 - 4 de estos (C, O, H, y N) son el 96% del organismo.
 - Los 15 restantes forman el 0.1% del peso (oligoelementos).
- Dos o más elementos se unen para formar combinaciones químicas denominadas **COMPUESTOS**.
 - (los compuestos pueden desdoblarse o descomponerse en los elementos que contienen).
- El **AGUA** es un compuesto (se puede desdoblarse en H y O).

QUÍMICA-FISIOLOGÍA ELEMENTAL

ELEMENTOS DEL CUERPO HUMANO

Elemento	Símbolo	Peso en el cuerpo humano (%)	Importancia o función
ELEMENTOS PRINCIPALES			
Oxígeno	O	65,0	Necesario para la respiración celular; componente del agua
Carbono	C	18,5	Columna vertebral de las moléculas orgánicas
Hidrógeno	H	9,5	Componente del agua y de casi todas las moléculas orgánicas; necesario para el transporte de energía y la respiración
Nitrógeno	N	3,3	Componente de todas las proteínas y ácidos nucleicos
Calcio	Ca	1,5	Componente de los huesos y los dientes; desencadena la contracción muscular
Fósforo	P	1,0	Principal componente de la columna vertebral de los ácidos nucleicos; es importante para el transporte de energía
Potasio	K	0,4	Principal ion positivo en el interior de la célula; importante para la función nerviosa
Azufre	S	0,3	Componente de la mayoría de las proteínas
Sodio	Na	0,2	Importante ion positivo que rodea las células; tiene importancia en la función nerviosa
Cloro	Cl	0,2	Importante ion negativo que rodea las células
Magnesio	Mg	0,1	Componente de numerosas enzimas transmisoras de energía

QUÍMICA-FISIOLOGÍA ELEMENTAL

ELEMENTOS DEL CUERPO HUMANO

Elemento	Símbolo	Peso en el cuerpo humano (%)	Importancia o función
QUOQUELEMENTOS			
Sílice	Si	<0,1	—
Aluminio	Al	<0,1	—
Hierro	Fe	<0,1	Componente fundamental de la hemoglobina de la sangre
Manganeso	Mn	<0,1	—
Flúor	F	<0,1	—
Vanadio	V	<0,1	—
Cromo	Cr	<0,1	—
Cobre	Cu	<0,1	Componente clave de numerosas enzimas
Boro	B	<0,1	—
Cobalto	Co	<0,1	—
Cinc	Zn	<0,1	Componente clave de numerosas enzimas
Selenio	Se	<0,1	—
Molibdeno	Mo	<0,1	Componente clave de numerosas enzimas
Estaño	Sn	<0,1	—
Yodo	I	<0,1	Componente de la hormona tiroidea

MOLÉCULAS INORGÁNICAS Y ORGÁNICAS

- En los organismos vivos hay dos clases de compuestos:

- **ORGÁNICOS**

- **INORGÁNICOS**

- Los **ORGÁNICOS** son compuestos de moléculas que tienen:

- enlaces covalentes **carbono - carbono (C-C)**
- ó
- enlaces covalentes **carbono - hidrógeno (C-H)**.

Forman moléculas grandes y complejas

- Los **INORGÁNICOS**, "casi" ninguno tiene moléculas de **carbono** y ninguno tiene enlaces **C-C** y **C-H**

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

- AGUA

- Ha sido denominada "el origen de la vida" porque todos los organismos la necesitan
- Cada cuerpo celular está bañado en líquido extracelular formado casi en su totalidad por **agua**.
- Igualmente el líquido intracelular (**citoplasma**) está formado por **agua**
- Supone el aproximadamente 55-65 % del peso corporal en condiciones de peso normal.

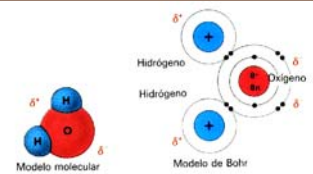
MOLÉCULAS INORGÁNICAS

ENLACES DE HIDRÓGENO

- En, o entre moléculas orgánicas puede existir este tipo de enlace.

- Son enlaces mucho más débiles que los iónicos o los covalentes, y necesitan mucho menos energía para romperse.

- Se deben a la desigual distribución de cargas en las moléculas. A estas moléculas se las denomina **POLARES**



El agua es una molécula polar. El esquema muestra la naturaleza polar del agua. Los dos átomos de hidrógeno están más próximos a un extremo de la molécula, dando a ese extremo una carga positiva parcial. El extremo opuesto tiene una carga negativa parcial.

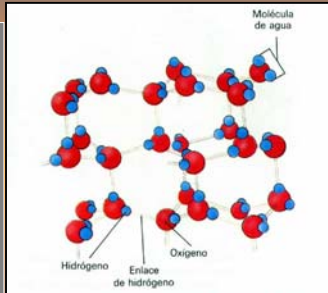
MOLÉCULAS INORGÁNICAS

ENLACES DE HIDRÓGENO

El átomo de agua es eléctricamente neutro (cargas + = cargas -), tiene una carga positiva parcial (al lado del H) y una carga negativa parcial (al lado del O).

Los enlaces de H unan "débilmente" el lado negativo (Oxígeno) de la molécula de agua con el positivo (Hidrógeno) de otra molécula de agua adyacente.

Estos enlaces de agua son importantes para mantener la estructura tridimensional de las proteínas y de los ácidos nucleicos.



Enlaces de hidrógeno entre moléculas de agua. Los enlaces de hidrógeno sirven para unir débilmente el lado negativo (oxígeno) de una molécula de agua con el positivo (hidrógeno) de otra adyacente.

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

- PROPIEDADES DEL AGUA

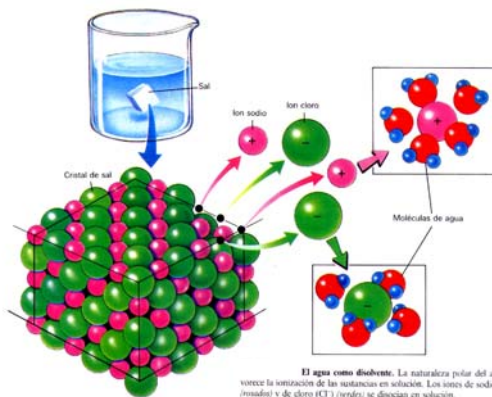
- El agua es un **compuesto simple** resultado de combinar dos enlaces covalentes entre 1 átomo de oxígeno y 2 átomos de hidrógeno.-

- La moléculas de agua son **POLARES**, tienen un extremo cargado + y otro - esto permite al agua actuar como un disolvente muy eficaz.

-La polaridad permite al agua **IONIZAR** las sustancias en disolución y al poder estar disueltas muchas sustancias son más fácilmente transportables.

(Por ejemplo (O₂, CO₂, sustancias nutritivas), al estar disueltas permiten su salida y entrada de los capilares a las células y viceversa, así como el intercambio sangre - aire).

MOLÉCULAS INORGÁNICAS



El agua como disolvente. La naturaleza polar del agua favorece la solubilización de las sustancias en solución. Los iones de sodio (Na⁺) /resaca/ y de cloro (Cl⁻) /resaca/ se disocian en solución.

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

- AGUA

- AGUA Y TEMPERATURA

- El agua tiene la facultad de **absorber** y **liberar CALOR** de forma muy lenta esto le permite mantener una temperatura constante con facilidad, ya que hace que el organismo (50-70% agua) pueda resistir cambios bruscos de Temperatura

- Esta propiedad se llama "**CALOR ESPECÍFICO**", es decir que puede adquirir y perder grandes cantidades de calor con pequeños cambios de temperatura.

- Otra propiedad es el "**CALOR DE EVAPORACIÓN**". Esto significa que el agua debe adquirir grandes cantidades de calor para pasar de **líquido a gas**.

- Cuando se produce un exceso de calor, la evaporación del sudor (agua) lo disipa

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

- OXÍGENO (O₂) Y DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

- Son importantes sustancias orgánicas íntimamente ligadas con la **respiración celular**.- El oxígeno molecular (O₂) está presente en el cuerpo en forma de 2 átomos de oxígeno (O) unidos por un enlace covalente.

- El O₂ es necesario para completar las reacciones de descomposición necesarias para liberar energía de los nutrientes "quemados" en la célula

- El CO₂ es considerado un miembro de un grupo de **compuestos inorgánicos** muy simples, que contiene **carbono**. (Es una importante excepción a la "regla empírica" que afirma que las sustancias inorgánicas no contienen carbono). Debido a que el O₂ participa en la respiración celular. Se produce como desecho durante las reacciones de desdoblamiento de los nutrientes complejos

- Tiene un importante papel en el mantenimiento de un adecuado equilibrio ácido-básico

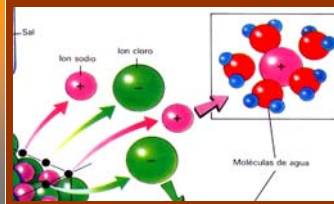
MOLÉCULAS INORGÁNICAS

ELECTROLITOS

- Otras sustancias inorgánicas son: los **ÁCIDOS**, las **BASES** y las **SALES**.

- Estas sustancias pertenecen a un grupo denominado **ELECTROLITOS**, que son sustancias que se descomponen o "disocian" en solución para formar partículas cargadas o "iones".

- Los iones con carga positiva se denominan "**CATIONES**" y con carga negativa se denominan "**ANIONES**".



- Un **Electrolito** típico es el **ClNa** que en presencia de agua se disocia en:

- cationes Na⁺
- aniones Cl⁻

ELECTROLITOS

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

ACIDOS y BASES.-

- Son sustancias fundamentales para el organismo

- Los primeros químicos los clasificaron por:

1.- su sabor (**ácidos = agrio; bases = amargo**) y

2.- propiedad de cambiar el color de determinados colorantes (**tornasol**) (azul = bases; rojo= ácido)

- Químicamente son opuestos, pero los dos se disocian en disolución, siendo las propiedades químicas cuando están en disolución la mejor forma de distinguirlos.

ELECTROLITOS

MOLÉCULAS INORGÁNICAS

ÁCIDOS

- Un ácido es cualquier sustancia que libere un ion hidrógeno (H⁺) cuando está en solución. El ion H⁺ es simplemente un proton "desnudo", el núcleo de un átomo de H⁺.

- los ácidos son pues "**donantes de protones**", siendo la concentración de iones H⁺ la que explica las propiedades de los ácidos, y **el grado de "acidez"** de una solución depende del número de iones H⁺ que un determinado ácido va a liberar.

- Las moléculas de **agua** se disocian continuamente en una reacción reversible, produciendo iones hidrógeno (H⁺) e iones hidróxido (OH⁻), debido a la presencia de un electrón no emparejado en la capa externa de un átomo hace a éste inestable, y la pérdida de ese electrón da lugar a una estructura más estable.



Esta es la razón por la que se produce la disociación del agua

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

ÁCIDOS

- En el agua pura el equilibrio entre los dos iones es igual

↓

pero cuando un ácido como el ClH se disocia en H^+ y Cl^-

↓

desvía el equilibrio H^+ / OH^- a favor de un exceso de iones H^+ ,

↓

aumentando el grado de acidez.

- **ACIDO FUERTE**- Es el que se disocia casi por completo, formando iones H^+ en solución.

- **ACIDO DEBIL**- Es el que apenas se disocia y forma escasa concentración de iones H^+

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

BASES

-Las **Bases** o compuestos **alcalinos** son electrolitos que cuando se disocian en solución desvian el equilibrio H^+ / OH^- a favor del OH^- .

-Esto se puede hacer de dos formas:

a.- aumentando el número de iones hidróxido (OH^-)
b.- disminuyendo el número de iones H^+

- El hecho de que las bases se combinen con iones H^+ (protones) o los acepten es la razón de que se utilice el término "**receptor de protones**" para describir a estas sustancias.

- La disociación de una base corriente (**hidróxido sódico**) produce el **catión Na^+** y el **anión OH^-**

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

BASE FUERTE- Gran facilidad para disociarse en iones
- se disocia casi toda en solución.

BASE DEBIL- Es la que apenas se disocia

-Las bases importantes del organismo como el **ión Bicarbonato (HCO_3^-)** son fundamentales en el transporte de gases respiratorios, por ejemplo, y en la eliminación de productos de desecho

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

LA ESCALA DEL Ph.- Medida de la acidez y alcalinidad

-El término **pH** es un símbolo que se utiliza para indicar la concentración de iones H^+ en una solución.

- El **pH** es el **logaritmo negativo** de la concentración de H^+ , e indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución.

- a medida que aumentan los H^+ disminuye el **pH** y la solución es más ácida, y al revés.

1.- un **ph** de 7 indica **neutralidad**, cantidades iguales de H^+ y OH^-
2.- inferior a 7 ($\text{H}^+ > \text{OH}^-$)
3.- superior a 7 ($\text{H}^+ < \text{OH}^-$)

- los límites conocidos del **pH** están entre 1 - 14

Los límites del pH. Obsérvese que a medida que aumenta la concentración de H^+ , la solución se hace cada vez más ácida y el valor del pH disminuye. Al aumentar la concentración de OH^- , el valor del pH aumenta también y la solución se hace cada vez más básica o alcalina.

pH	Sustancia
1	Ácido gástrico
2	Juicio de limón
3	Vino, zumo de naranja
4	Tomate
5	Café
6	Leche, orina
7	Agua destilada, Sangre
8	Cara de jabón
9	Lechuga de queso, Biorra
10	Leche de magnesia
11	Amoníaco doméstico
12	Agua de cal
13	Leche, soda cáustica
14	OH ⁻

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

-una variación de 1 de pH indica una diferencia de 10 veces en la concentración real de iones H^+

-Un pH de 7 significa que una solución contiene 10^{-7} g de iones H^+ por litro. (traduciendo este logaritmo a número, un pH de 7 contiene 0.0000001 (es decir 1/10.000.000) gr. de iones H^+)

- Un pH de 6 , 10^{-6} g de iones H^+ . 0.000001 (es decir 1/1.000.000 gr de iones H^+ .)

- Un pH de 8 , 10^{-8} g de iones H^+ . 0.00000001 (es decir 1/100.000.000) g de iones H^+ .

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

SALES- Una "sal" es un compuesto resultante de la interacción química entre un ácido y una base.

- Las ácidos y bases están disociados en solución formando iones + y -, cuando se mezclan y se les deja reaccionar, el ion + y el - reaccionan y se unen para formar una SAL + AGUA, en una reacción típica de intercambio.

- La reacción entre un ácido y una base para formar una sal y agua se denomina:

REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN

AB	+	CD	→	CB	+	AD
HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H₂O
ácido clorhídrico		base		Sal		Agua
		hidróxido sódico		cloruro sódico		

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

SALES- Una "sal" es un compuesto resultante de la interacción química entre un ácido y una base.

- Las ácidos y bases están disociados en solución formando iones + y -, cuando se mezclan y se les deja reaccionar, el ion + y el - reaccionan y se unen para formar una SAL + AGUA, en una reacción típica de intercambio.

- La reacción entre un ácido y una base para formar una sal y agua se denomina:

REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN

AB	+	CD	→	CB	+	AD
HCl	+	NaOH	→	NaCl	+	H₂O
ácido clorhídrico		base		Sal		Agua
		hidróxido sódico		cloruro sódico		

- El ion sodio y el cloro se unen y forman sal. El ion hidroxilo "acepta" se combina con un ion hidrógeno para formar agua.

- El origen de muchos de los principales minerales y oligoelementos del organismo son sales inorgánicas presentes en numerosos líquidos del cuerpo y en tejidos como el hueso.

- Son fundamentales las concentraciones de K^+ , Ca^{++} , y Na^+ para el impulso nervioso y la contracción muscular.

ELECTROLITOS **MOLÉCULAS INORGÁNICAS**

SALES INORGÁNICAS BÁSICAS EN FUNCIONES CORPORALES

Sal inorgánica	Fórmula química	Electrólitos
Cloruro sódico	NaCl	$Na^+ + Cl^-$
Cloruro cálcico	$CaCl_2$	$Ca^{++} + 2Cl^-$
Cloruro magnésico	$MgCl_2$	$Mg^{++} + 2Cl^-$
Bicarbonato sódico	$NaHCO_3$	$Na^+ + HCO_3^-$
Cloruro potásico	KCl	$K^+ + Cl^-$
Sulfato sódico	Na_2SO_4	$2 Na^+ + SO_4^{--}$
Carbonato cálcico	$CaCO_3$	$Ca^{++} + CO_3^{--}$
Fosfato cálcico	$Ca_3(PO_4)_2$	$3 Ca^{++} + 2PO_4^{--}$

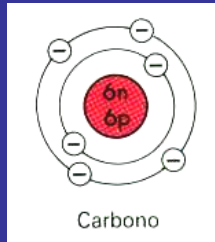
MOLÉCULAS ORGÁNICAS

-El término "**orgánico**", se utiliza para describir el gran número de compuestos que tienen "**carbono**", concretamente enlaces **C-C** ó **C-H**. (Los átomos de carbono sólo tienen 4 electrones en su capa más externa y necesitan 4 electrones para la "regla del octeto").

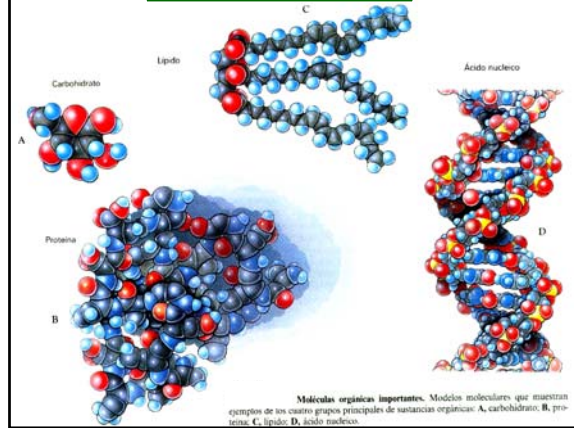
-El átomo de Carbono puede unirse con otros 4 átomos para formar miles de compuestos de distintos tamaños y formas.

-En el cuerpo humano hay 4 grupos principales de sustancias orgánicas:

- 1.- CARBOHIDRATOS
- 2.- PROTEINAS
- 3.- LÍPIDOS
- 4.- ÁCIDOS NUCLEICOS



MOLÉCULAS ORGÁNICAS



MOLÉCULAS ORGÁNICAS



1.- CARBOHIDRATOS

- Todos los carbohidratos contienen: **carbono, hidrógeno y oxígeno**, con los átomos de carbono unidos entre sí para formar cadenas de distintas longitudes.

- Los carbohidratos se denominan comúnmente **azúcares y almidones** y son la principal fuente de energía química necesaria para todas las células del cuerpo.

- Desempeñan un importante **papel estructural** como componentes de moléculas tan importantes como el **ARN y ADN**, que participan en la reproducción celular y síntesis de proteínas.

- **los carbohidratos como grupo se dividen en tres clases, caracterizadas por la longitud de sus cadenas de carbono.**

- 2.2.1.1.- **MONOSACÁRIDOS** (azúcares simples)
- 2.2.1.2.- **DISACÁRIDOS** (azúcares dobles)
- 2.2.1.3.- **POLISACÁRIDOS** (azúcares complejos)

1.- CARBOHIDRATOS

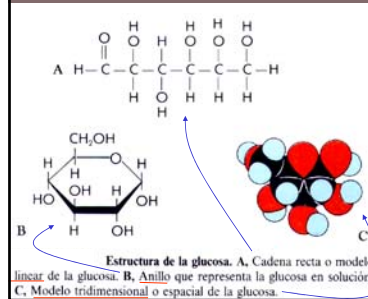
MOLÉCULAS ORGÁNICAS



1.1.- MONOSACÁRIDOS

- Tienen cadenas de carbono cortas. El azúcar más importante es la **GLUCOSA**, que tiene 6 carbonos: **C₆H₁₂O₆**, cada molécula de glucosa tiene 6 átomos de carbono, 6 de oxígeno y 12 de hidrógeno.

- es una **HEXOSA** (6 átomos de carbono). En **estado seco** forma una cadena **recta** pero disuelta en agua forma un compuesto "**cíclico**".



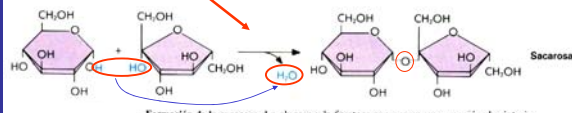
- hay otras **HEXOSAS** importantes como la **FRUCTOSA** y **GALACTOSA**.

- hay **PENTOSAS** importantes: **RIBOSA** Y **DESOXIRIBOSA**.

1.- CARBOHIDRATOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

1.2.- DISACÁRIDOS Y POLISACÁRIDOS

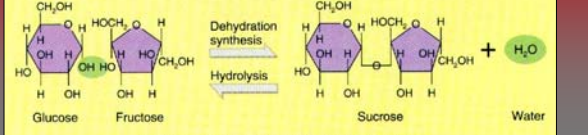
- Carbohidratos formados por **dos o más azúcares simples** unidos entre sí por una reacción de **síntesis que implica eliminación de agua**.
- la **SACAROSA** (azúcar de mesa), **MALTOSA**, y la **LACTOSA** son disacáridos
- un átomo de H+ de la molécula de glucosa combina con un grupo OH de la molécula de fructosa para formar agua, dejando un átomo de oxígeno para unir las dos subunidades.



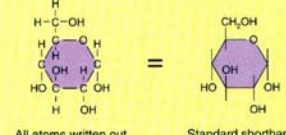
Formación de la sacarosa. La glucosa y la fructosa se unen en una reacción de síntesis que implica la eliminación de agua.

- Los **POLISACÁRIDOS** están formados por muchos monosacáridos unidos para formar cadenas **rectas o ramificadas**, con eliminación de agua.
- Los **POLISACÁRIDOS** son polímeros de los monosacáridos (un polímero es una gran molécula formada por pequeñas moléculas iguales)
- El **GLUCÓGENO** es el principal polisacárido animal.- Formado por glucosa
- el **ALMIDÓN** es el equivalente en el mundo vegetal

1.- CARBOHIDRATOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**



(a) Dehydration synthesis and hydrolysis of sucrose



(b) Alternate chemical structures of organic molecules (shown here is glucose)

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

2.- PROTEINAS (del griego "proteios" = preeminente)

- Todos las proteínas contienen:
 - **carbono**
 - **hidrógeno**
 - **oxígeno**
 - **y nitrógeno.**
- Algunas tienen **azufre, hierro y fósforo.**
- Tiene un tamaño gigante.- Son **macromoléculas**. Su peso molecular es varios millones , (agua = 18)
- Todas tienen una estructura similar, aunque son muy diferentes. Son polímeros formados por unidades.
- las unidades son los **Aminoácidos**

Funciones	Ejemplos
Proporcionan estructura	Las proteínas estructurales son la queratina de la piel, pelo y uñas; partes de la membrana celular; tendones.
Catalizan las reacciones químicas	La lactasa (enzima del jugo digestivo intestinal) cataliza la reacción química que transforma la lactosa en glucosa y galactosa.
Transportan sustancias en la sangre	Las proteínas clasificadas como albuminas se combinan con los ácidos grasos para transportarlos en forma de lipoproteínas.
Transmiten información a las células	La insulina, una hormona proteica, actúa como mensajero químico entre las células de los islotes del páncreas y las del resto del cuerpo.
Actúan como receptores	Los puntos de unión de ciertas proteínas en la superficie de las membranas celulares actúan como receptores de la insulina y de otras diversas hormonas.
Defienden el cuerpo frente a los agentes nocivos	Las proteínas llamadas anticuerpos o inmunoglobulinas se combinan con diversos agentes nocivos para hacerlos inoocuos.
Proporcionan energía	Las proteínas pueden metabolizarse para producir energía.

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

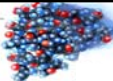
2.1.- AMINOÁCIDOS

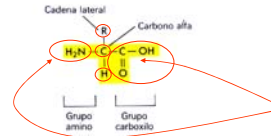
- Las proteínas están formadas por **20 aminoácidos frecuentes**, la mayoría de los cuales están presentes en todas ellas.
- De los 20, 8 se conocen como **aminoácidos esenciales**, que no se pueden producir en el organismo y deben ser consumidos en la dieta.
- los **12 aminoácidos no esenciales**, pueden formarse en el organismo a partir de otros aminoácidos o de moléculas orgánicas simples.

Funciones	Ejemplos
Proporcionan estructura	Las proteínas estructurales son la queratina de la piel, pelo y uñas; partes de la membrana celular; tendones.
Catalizan las reacciones químicas	La lactasa (enzima del jugo digestivo intestinal) cataliza la reacción química que transforma la lactosa en glucosa y galactosa.
Transportan sustancias en la sangre	Las proteínas clasificadas como albuminas se combinan con los ácidos grasos para transportarlos en forma de lipoproteínas.
Transmiten información a las células	La insulina, una hormona proteica, actúa como mensajero químico entre las células de los islotes del páncreas y las del resto del cuerpo.
Actúan como receptores	Los puntos de unión de ciertas proteínas en la superficie de las membranas celulares actúan como receptores de la insulina y de otras diversas hormonas.
Defienden el cuerpo frente a los agentes nocivos	Las proteínas llamadas anticuerpos o inmunoglobulinas se combinan con diversos agentes nocivos para hacerlos inoocuos.
Proporcionan energía	Las proteínas pueden metabolizarse para producir energía.

2.- PROTEÍNAS
2.1.- AMINOÁCIDOS

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



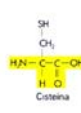


Fórmula estructural básica de un aminoácido. Obsérvese la rotación de la cadena lateral (R), del grupo amino y del grupo carboxilo con el carbono alfa.

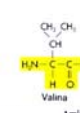
- Un aminoácido consta de un **átomo de carbono** (denominado **carbono alfa**), al que se unen:

- 1.- el grupo amino (NH_2)
- 2.- el grupo carboxilo ($COOH$)
- 3.- un átomo de Hidrógeno
- 4.- una cadena lateral

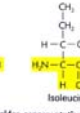
esta cadena lateral es la única que identifica al aminoácido.



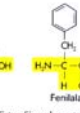
Cisteína



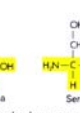
Valina



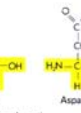
Isoleucina



Fenilalanina



Serina

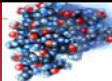


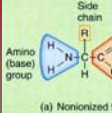
Asparagina

Aminoácidos representativos. Estas fórmulas estructurales demuestran que cada aminoácido tiene la misma estructura básica química, pero que difiere de los otros en el grupo R, o lateral, que posee.

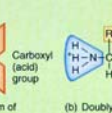
2.- PROTEÍNAS
2.1.- AMINOÁCIDOS

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

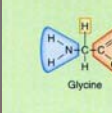




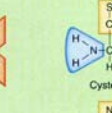
(a) Nonionized form of an amino acid



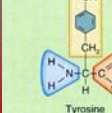
(b) Doubly ionized form of an amino acid



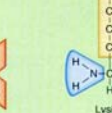
Glycine



Cysteine



Tyrosine



Lysine

(c) Representative amino acids

AMINOÁCIDOS:

- Grupo amino (base)
- Grupo carboxilo (ácido)
- Aminoácido no ionizado
- Aminoácido ionizado
- Glycine: aminoácido simple
- Cisteína: aminoácido con sulfuro

2.- PROTEÍNAS
2.1.- AMINOÁCIDOS

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



- Los aminoácidos se comparan con las **letras del alfabeto** para combinar palabras. Estas serían el equivalente a las cadenas proteicas.

- Los aminoácidos tienen la facultad de poderse combinar de todas las formas posibles para hacer casi **infinitas combinaciones**.

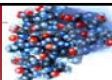
- Los aminoácidos se unen en **uniones peptídicas**, que son las **uniones del grupo carboxilo de un aminoácido a el grupo amino de otro**. El (OH) del grupo carboxilo de uno y el (H) de otro se separan y forman agua, y lo que queda se denomina **PEPTIDO**.



Formación de un péptido (dipéptido) a partir de dos aminoácidos durante la síntesis

2.- PROTEÍNAS
2.1.- AMINOÁCIDOS

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



- Un péptido es pues la unión de 2 ó más aminoácidos: hay

- **DIPÉPTIDOS**,
- **TRIPÉPTIDOS**,
- **POLIPÉPTIDO**.

- Cuando la longitud de la cadena polimérica supera los **100 aminoácidos**, la molécula se denomina **PROTEINA**, en lugar de POLIPÉPTIDO.

2.- PROTEÍNAS
2.1.- AMINOÁCIDOS

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

2.2.- GRADOS DE ESTRUCTURA PROTEICA

- Las moléculas proteicas están muy organizadas y muestran una relación muy clara entre su aspecto estructural y su función.

- Ejemplo: las potentes e inelásticas **PROTEÍNAS ESTRUCTURALES** que se encuentran en los tendones y ligamentos, son moléculas lineares o en forma de hilo, insolubles y muy estables

-por el contrario las **PROTEÍNAS FUNCIONALES**, como las moléculas de anticuerpos, que son:

- globulosas,
- solubles y
- químicamente activas.



2.- PROTEÍNAS
2.2.- ESTRUCTURA

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

2.2.- GRADOS DE ESTRUCTURA PROTEICA

- En bioquímica se describen **4 niveles de organización** de las proteínas;
a) **PRIMARIO**, 2) **SECUNDARIO**, 3) **TERCIARIO** y 4) **CUATERNARIO**

-La **ESTRUCTURA PRIMARIA** de una proteína, se refiere simplemente al número, clase y secuencia de los aminoácidos que constituyen la cadena polipeptídica

-La **parathormona (PTH)**, es una proteína de estructura primaria, formada únicamente por una cadena polipeptídica de 84 aminoácidos.

-La **ESTRUCTURA SECUNDARIA** se desarrolla al no estar estructuradas de forma recta las diferentes cadenas de polipéptidos, sino enrolladas o en hojas plegadas.

-el tipo de enrollamiento más habitual sigue una dirección horaria y se denomina "**hélice alfa**", en forma de escalera de caracol con las espiras estabilizadas por enlaces hidrógeno.



2.- PROTEÍNAS
2.2.- ESTRUCTURA

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

2.2.- GRADOS DE ESTRUCTURA PROTEICA

-La **ESTRUCTURA Terciaria** es el nuevo plegamiento de las secundarias, esta vez de forma globular. Es tan compleja que las estructuras "se tocan" en diversos lugares y se producen "soldaduras por puntos" o conexiones entrelazadas, realizadas con enlaces covalentes entre unidades de aminoácidos presentes y también uniones hidrógeno.

Ejemplo de proteína de estructura terciaria: la **mioglobina**

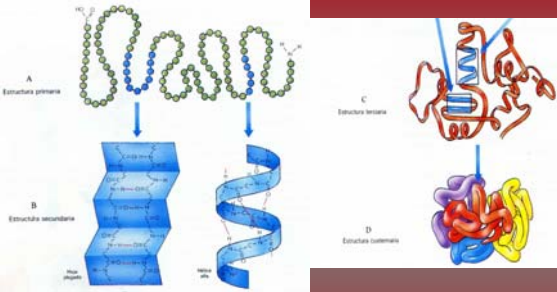
-La **ESTRUCTURA CUATERNARIA** es la que contiene racimos de más de una cadena polipeptídica.

Ejemplo: las moléculas de anticuerpos y la hemoglobina.



2.- PROTEÍNAS
2.2.2.- ESTRUCTURA

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



Niveles estructurales de las proteínas. A, **Estructura primaria:** determinada por el número, clase y secuencia de aminoácidos de la cadena; B, **Estructura secundaria:** los enlaces de hidrógeno estabilizan los pliegues o espirales helicoidales; C, **Estructura terciaria:** forma globular, mantenida por fuertes enlaces (covalentes) intramoleculares y estabilizada por enlaces de hidrógeno; D, **Estructura cuaternaria:** es el resultado de la unión entre más de una unidad polipeptídica.

2.2.- MOLÉCULAS ORGÁNICAS

3.- LÍPIDOS

Los **LÍPIDOS** son biomoléculas orgánicas insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos (éter, alcohol o benceno).


Formados por **carbono, hidrógeno y oxígeno**, pero con una proporción de O2 mucho menor que la de los carbohidratos. Algunos tienen **nitrógeno y fósforo**.

Se clasifican en:

- 1.- TRIGLICÉRIDOS ó GRASAS
- 2.- FOSFOLÍPIDOS
- 3.- ESTEROIDES
- 4.- PROSTAGLANDINAS

Funciones de los compuestos lipídicos humanos

Función	Ejemplo
Energía	Los lípidos se pueden almacenar para desdoblarlos más adelante y obtener energía; proporcionan más energía por unidad de peso que los carbohidratos o las proteínas
Estructura	Los fosfolípidos y el colesterol son necesarios como componentes de la membrana celular
Vitaminas	Vitaminas liposolubles: la vitamina A forma el retinol (necesario para la visión nocturna), la vitamina D aumenta la captación de calcio; la vitamina E estimula la cicatrización de las heridas y la vitamina K es necesaria para la síntesis de proteínas coagulantes de la sangre
Protección	La grasa rodea los órganos y los protege
Aislamiento	La grasa subcutánea reduce la pérdida de calor; un tejido graso (mielina) recubre las células nerviosas, aislándolas eléctricamente
Regulación	Las hormonas esteroides regulan numerosos procesos fisiológicos. Ejemplos: los estrógenos y la testosterona son responsables de muchas de las diferencias entre hombres y mujeres; las prostaglandinas ayudan a regular la inflamación y la reparación de los tejidos



3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

3.1.- TRICLICÉRIDOS ó GRASAS

Los Triglicéridos (**"triacilgliceroles" = 3 ácidos + glicerol**) son los lípidos más abundantes y la fuente de energía más concentrada del organismo.

Para sintetizar una molécula de **grasa** son necesarios **dos tipos de módulos**:

- **glicerina** y
- **ácidos grasos**

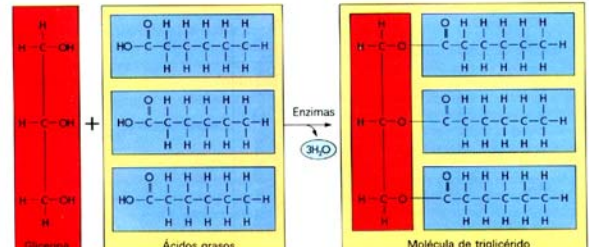
La glicerina es siempre la misma y lo que determina la naturaleza de la grasa es el Ácido graso



3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

TRIGLICÉRIDOS ó GRASAS

FORMACIÓN DE LOS TRIGLICÉRIDOS.-

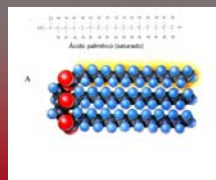


Formación de un triglicérido. El triestearato de glicerina es una molécula compuesta, formada por tres moléculas de ácido esteárico (un ácido graso) unidas mediante una reacción de síntesis de deshidratación a una sola molécula fundamental de glicerina. Además del triglicérido, este proceso da lugar a la formación de tres moléculas de agua.

3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS.- Varían en la **longitud de sus cadenas de carbono** (nº de átomos de carbono) y en el **número de átomos de hidrógeno** unidos a ellas o que **"saturan"** los enlaces disponibles alrededor de cada carbono de la cadena.

Un **ÁCIDO GRASO SATURADO** es aquel en el que todos los enlaces disponibles de su cadena hidrocarbonada están ocupados, es decir, saturados por átomos de hidrógeno. La cadena **no tiene dobles enlaces**.



3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS. Varían en la longitud de sus cadenas de carbono (nº de átomos de carbono) y en el número de átomos de hidrógeno unidos a ellas o que "saturan" los enlaces disponibles alrededor de cada carbono de la cadena.

- Un **ÁCIDO GRASO SATURADO** es aquel en el que todos los enlaces disponibles de su cadena hidrocarbonada están ocupados, es decir, saturados por átomos de hidrógeno. La cadena no tiene dobles enlaces.
- Un **ÁCIDO GRASO NO SATURADO**, tiene uno o más dobles enlaces en su cadena hidrocarbonada, pero no todos los átomos de carbono de ésta están saturados por átomos de hidrógeno.
- El grado de saturación es el factor más importante para establecer las propiedades físicas y químicas de los ácidos grasos. (P. Ejemplo: las grasas animales son sólidas a temperatura ambiente y las vegetales líquidas. La diferencia está en la amplitud de saturación, las animales están saturadas y las vegetales no).

A. Ácido palmítico (saturado) B. Ácido linoleico (insaturado)

3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

3.2.- FOSFOLÍPIDOS

- Los Fosfolípidos son compuestos grasos similares a los triglicéridos, pero en uno de los tres ácidos grasos unidos a la glicerina, ha sido sustituido por una estructura química que contiene fósforo y nitrógeno.
- la molécula contiene: glicerina con 2 ácidos grasos, pero unido a la glicerina, en el lado opuesto se encuentra el grupo fosfato, unido a su vez a un compuesto que contiene nitrógeno.

a) el extremo de la molécula que contiene el grupo fosfórico es HIDROSOLUBLE

b) el extremo formado por los dos ácidos grasos es LIPOSOLUBLE.

-esta propiedad indica que las moléculas de fosfolípido pueden actuar como puente y unirse a dos medios químicos distintos, un medio acuoso, por un lado y un medio lipídico por otro, -por esta motivo los fosfolípidos son componentes de las membranas celulares.

Molécula de fosfolípido. A. Fórmula química de una molécula de fosfolípido. B. Modelo molecular que muestra el agua y las regiones liposolubles. C. Forma en que se suelen describir los fosfolípidos. D. Orientación de las moléculas de fosfolípidos en una interfase aceite-agua. E. Orientación de las moléculas de fosfolípidos cuando están rodeados por agua.

3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

3.2.- FOSFOLÍPIDOS

Molécula de fosfolípido. A. Fórmula química de una molécula de fosfolípido. B. Modelo molecular que muestra el agua y las regiones liposolubles. C. Forma en que se suelen describir los fosfolípidos. D. Orientación de las moléculas de fosfolípidos en una interfase aceite-agua. E. Orientación de las moléculas de fosfolípidos cuando están rodeados por agua.

3.- LÍPIDOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

3.3.- ESTEROIDES

- Los Esteroides son un grupo de moléculas que tienen como componente principal el **NUCLEO ESTEROIDE**. El **COLESTEROL** es un *esteroide* que se encuentra en la membrana plasmática que rodea a las células. Este y otros esteroides son necesarios para la síntesis de hormonas como los **estrógenos, testosterona y cortisol**.

El núcleo esteroide, El núcleo esteroide (destacado en amarillo) del colesterol (A) forma la base de otros numerosos e importantes compuestos, como el cortisol (B), el estradiol (un estrógeno) (C) y la testosterona (D).

3. **LÍPIDOS**

3.4. **PROSTAGLANDINAS**

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



3.4.- **PROSTAGLANDINAS**

- Se las conoce como "**Hormonas de los Tejidos**" y se llaman así porque se las relacionó con el tejido prostático.
- Son **Lípidos** formados por un ácido graso de 20 carbonos, no saturado, que contiene un anillo de 5 carbonos.
- Hay muchas clases de prostaglandinas (**PG**): 16 tipos de PGA a PGJ
- Se producen en casi todas las membranas celulares de casi todos los tejidos del cuerpo y son liberadas como una respuesta determinada.
- Una vez liberadas, su efecto es muy local y después son inactivadas.
- Tienen acciones sobre:
 - la **presión arterial**
 - **secreción de jugos digestivos**
 - **coagulación**
 - **respiración**

3. **LÍPIDOS**

3.4. **PROSTAGLANDINAS**

MOLÉCULAS ORGÁNICAS



3.4.- **PROSTAGLANDINAS**

- Su utilización plantea una nueva perspectiva en el tratamiento de algunas enfermedades como la **dismenorrea, asma, hipertensión arterial, úlceras, etc.**
- Ante una **lesión inflamatoria o irritación**, los ácidos grasos necesarios para la síntesis de prostaglandinas se liberan por las membranas celulares.
- Ello necesita la síntesis de **ciclooxigenasa**, una enzima necesaria para hacer reaccionar los ácidos grasos. Las prostaglandinas son las que provocan los signos de la inflamación (calor, dolor, rubor, tumor).
- La **ASPIRINA** bloquea la acción de la **ciclooxigenasa**.

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

4.- **ÁCIDOS NUCLEICOS**

- De ello depende la supervivencia de cualquier especie. - Sus nombre abreviados son **ADN y ARN** abreviaturas de **AC.DESOXIRRIBONUCLEICO** y **AC. RIBONUCLEICO**
- Son polímeros de miles de moléculas más pequeñas denominadas **NUCLEOTIDOS** desoxirribonucleotidos en el ADN y ribonucleotidos en el ARN.
- Un **desoxirribonucleotido** está formado por:
 - un **azúcar** (DESOXIRRIBOSA - una pentosa-)
 - una **base nitrogenada** (adenina, citosina, guanina o **timina**)
 - un grupo **fosfato**
- Un **ribonucleotido** está formado por:
 - un **azúcar** (RIBOSA - una pentosa-)
 - una **base nitrogenada** (adenina, citosina, guanina o **uracilo**)
 - un grupo **fosfato**

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

4.- **ÁCIDOS NUCLEICOS**

- La **ADENINA** y LA **GUANINA** se denominan **BASES PÚRICAS** porque derivan de la **PURINA** (la purina tiene una estructura de doble anillo)
- La **CITOSINA** y LA **TIAMINA** se denominan **BASES PIRIMIDÍNICAS** porque derivan de la **PIRIMIDINA**, que tiene una estructura de anillo simple.
- El **URACILO** es una base pirimidínica que sustituye a la **TIMINA** en el ARN.

4.- ACIDOS NUCLEICOS **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

- Las moléculas de ADN son las de mayor tamaño del cuerpo
- Formadas por **polímeros de nucleótidos**, agrupados en largas cadenas de polinucleótidos.
- Las cadenas se enrollan una alrededor de la otra formando una doble hélice en forma de espiral (como el alambre de un muelle)
- Cada cadena tiene el azúcar hacia el exterior y las bases al interior.

Molécula de ADN. Representación de la doble hélice del ADN, que muestra la estructura de un nucleótido y de dos tipos de pares de bases: adenina (A) (rojo) con timina (T) (púrpura) y guanina (G) (verde) con citosina (C) (amarillo). Obsérvese que el par de bases G-C tiene tres enlaces de hidrógeno y un par de bases A-T, dos. Los enlaces de hidrógeno son muy importantes para mantener la estructura de esta molécula.

MOLÉCULAS ORGÁNICAS

5.- ATP - METABOLISMO

- El término **METABOLISMO** se utiliza para describir todas las reacciones que se producen en las células del cuerpo
- Todas las reacciones químicas o **actividad metabólica** que tienen lugar en las células están relacionadas con el uso que hace el cuerpo de los alimentos, una vez digeridos, absorbidos y transportados a las células. Los términos Catabolismo y Anabolismo describen los 2 tipos principales de actividad metabólica.
- **CATABOLISMO.** Reacciones por lo general de **hidrólisis** que desdoblán las grandes moléculas de alimento en unidades químicas más pequeñas, y al hacerlo **liberan energía**.
- **ANABOLISMO.** Reacciones generalmente de **síntesis por deshidratación**, que construyen moléculas químicas complejas a partir de subunidades pequeñas. Estas reacciones precisan energía en forma de **TRIFOSFATO DE ADENOSINA o ATP**

Reacciones metabólicas. La hidrólisis es una reacción catabólica que añade agua para fraccionar grandes moléculas en otras más pequeñas, o subunidades. La síntesis por deshidratación es una reacción anabólica que actúa de forma contraria: pequeñas moléculas son reunidas por eliminación de agua para formar otras mayores.

5.- ATP - METABOLISMO **MOLÉCULAS ORGÁNICAS**

- El **ATP** está formado por tres elementos:
 - RIBOSA** que actúa como punto de unión de la molécula que contiene nitrógeno
 - ADENINA**
 - un grupo de **3 SUBUNIDADES FOSFATO**, unidas por enlaces covalentes denominados de "alta energía", ya que al romperse durante las reacciones de tipo catabólico, liberan grandes cantidades de energía.
- La **energía** almacenada en el ATP se utiliza para todos los trabajos corporales

Trifosfato de adenosina (ATP). A. Estructura del ATP. Un grupo único de adenosina (A) tiene unidos tres grupos fosfato (P). Uniones de alta energía entre los grupos fosfato pueden liberar energía química para que actúen las células. B. Esquema general del ciclo de la energía del ATP. El ATP almacena energía en la última unión fosfato de alta energía. Cuando esta unión se rompe posteriormente, se libera energía para que actúen las células. El ADP y los grupos fosfatos que resultan pueden reunirse en ATP, capturando nueva energía del catabolismo de los nutrientes.

METABOLISMO

1 **GLYCOLYSIS**
Glucose → Pyruvic acid + ATP + NADH + H⁺

2 **FORMATION OF ACETYL COENZYME A**
Pyruvic acid → Acetyl coenzyme A + CO₂ + NADH + H⁺

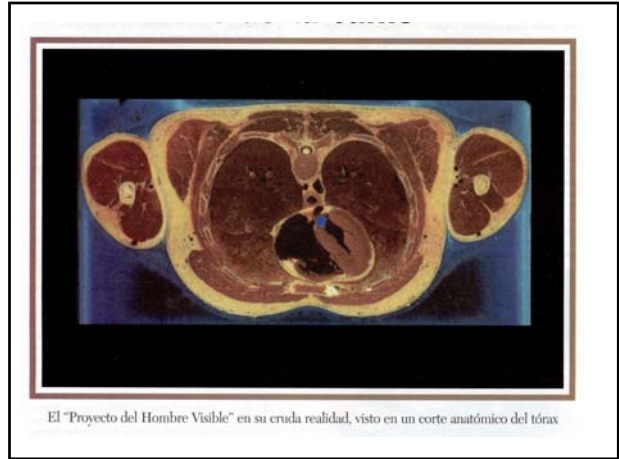
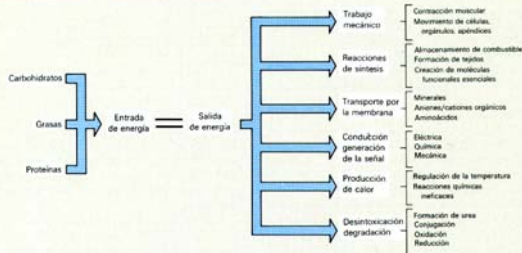
3 **KREBS CYCLE**
Acetyl coenzyme A → CO₂ + ATP + NADH + H⁺

4 **ELECTRON TRANSPORT CHAIN**
CO₂ → H₂O + ATP

METABOLISMO

El metabolismo puede definirse como la suma de todos los procesos químicos y físicos implicados en:

- 1.- En la producción de energía a partir de fuentes exógenas y endógenas
- 2.- en la síntesis y degradación de componentes tisulares, estructurales y funcionales
- 3.- en la eliminación de productos de desecho resultantes



METABOLISMO

Para el correcto metabolismo se requiere aparte de NUTRIENTES

COMBUSTIBLES

- **NUTRICIÓN:** es un término que se refiere a los alimentos (nutrientes) que ingerimos.

- La nutrición requiere un equilibrio de los tres tipos básicos de alimentos:

- 1.- **CARBOHIDRATOS**
- 2.- **GRASAS**
- 3.- **PROTEÍNAS**

aparte de:

- 4.- **VITAMINAS ESENCIALES**
- 5.- **MINERALES**

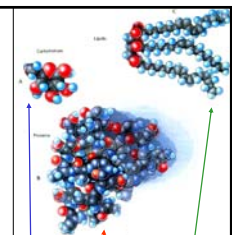
- contrariamente la "malnutrición" es un déficit o desequilibrio en el consumo de alimentos, vitaminas y minerales, aislada o conjuntamente.

Cualquier alimento es transformado por el organismo en tres elementos fundamentales:

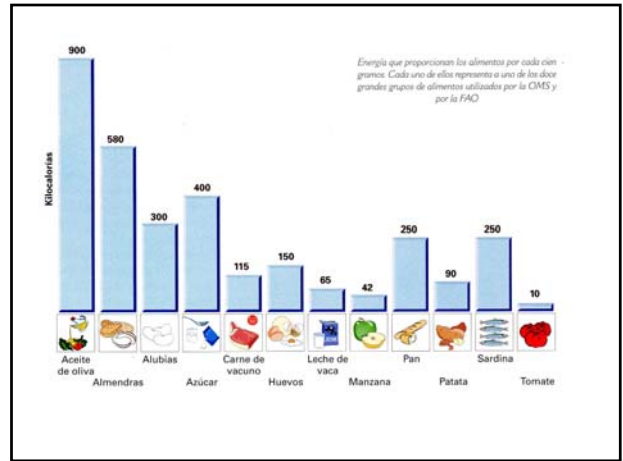
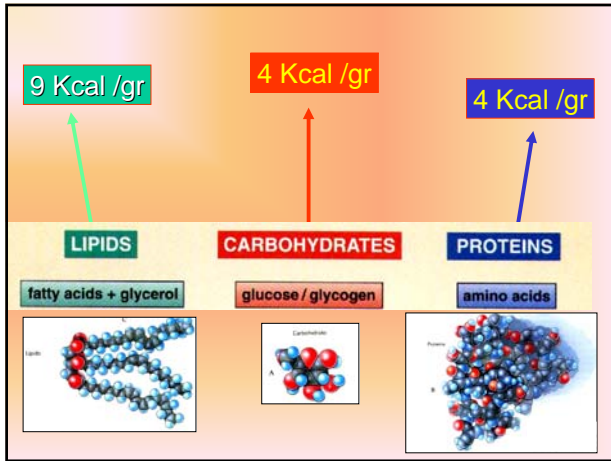
- **CARBOHIDRATOS**
- **PROTEÍNAS**
- **GRASAS**

-Además de:

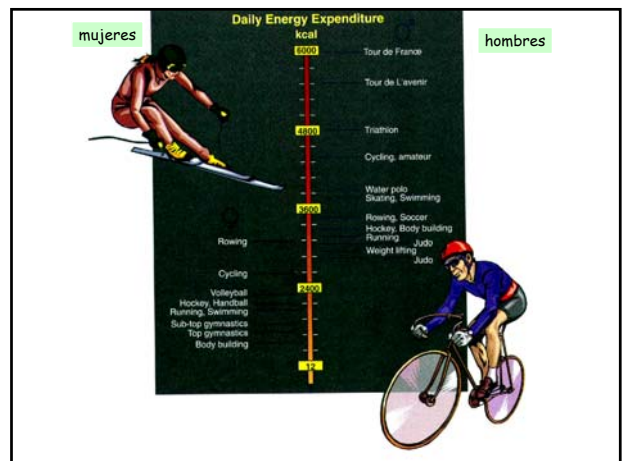
- **Vitaminas**
- **Minerales**
- **Agua**

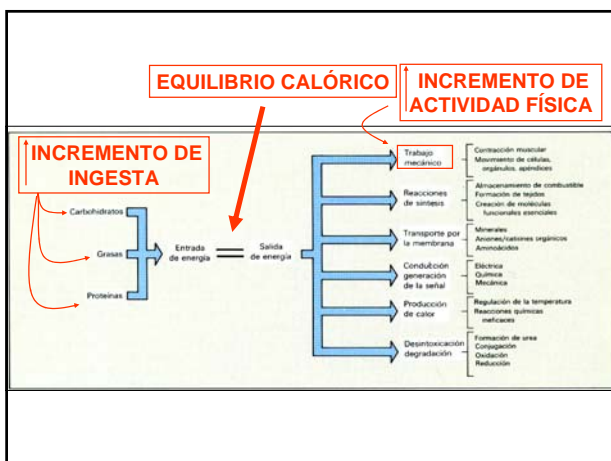
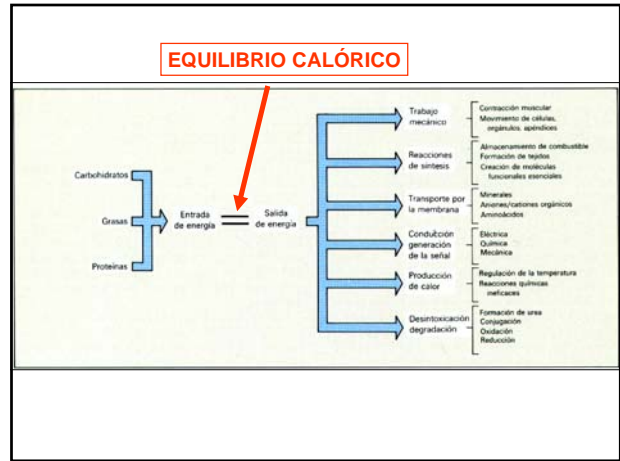
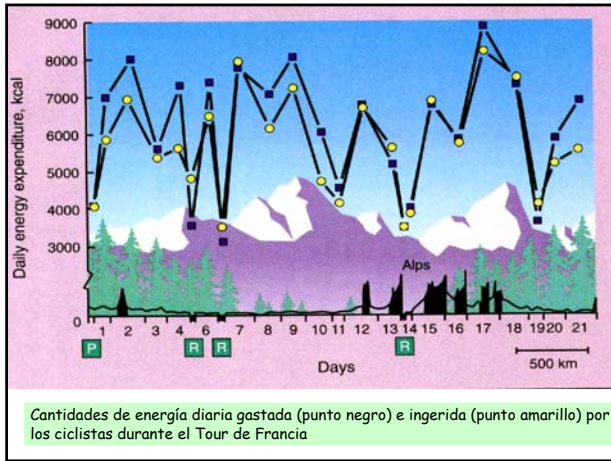


Podrían verse todos los alimentos están clasificados por sus nutrientes básicos: hidratos de carbono, proteínas y grasas. Fuente: [http://www.proyecto-gha.com/1-2-2-primarias-y-vitaminas-grupo-33-vitaminas-14-y-15-y-vitaminas-16-y-17](#)



ALIMENTO	ESTADO	Calorías por 100 g	Proteínas	Lípidos	Almidón	Agua	Almidón	Agua
		g. por 100						
LEGUMINOSAS (continuación)								
58. Judías blancas	Crudas	320	20,8	1,7	62,5	13,1	1,8	
59. Judías blancas	Cocidas	90	7,6	0,8	18,8	72,9	1,2	
60. Judías rojas	Crudas	332	20,1	1,5	63,5	13,1	2,3	
61. Judías rojas	Cocidas	92	6,6	0,4	16,3	75	1,2	
62. Lentejas secas	Crudas	339	23,7	1,2	62,5	10,7	1,4	
63. Lentejas secas	Cocidas	102	7,1	0,3	19,0	71,9	0,25	
64. Soja fresca	Cruda	135	13,7	4,8	10,8	70,8		
65. Soja seca	Cruda	342	34,9	15,1	34,3	7,5	4,7	
TUBERCULOS Y HORTALIZAS								
66. Acelera	Cruda	15	2,5	0,4	2,3	92,2	0,4	
67. Acelera	Cocida	5	0,9	0,1	1,1	96,8	2,1	
68. Acelgas	Crudas	18	1,9	0,3	2,4	92,7	2,6	
69. Acelgas	Cocidas	3	0,34	0,9	97,2	1,8		
70. Achicoria	Cruda	16	1,2	0,2	2,9	95,1	1,8	
71. Achicoria	Tostada	240	28,1	2	42	15	12	
72. Ajo	Bulbo	115	6,6	0,1	26,1	66,2		
73. Alcachofa	Cruda	67	3	0,8	18,8	77,2	0,12	
74. Alcachofa	Cocida	16	1,1	0,2	3,3	95,7	0,7	
75. Apio	Crudo	19	1,2	0,2	4,5	93,2	0,9	
76. Apio	Cocido	9,5	1	0,15	2,1	96,1		
77. Batata	Cruda	127	2,1	0,6	29,5	66,5	1,2	
78. Batata	Cocida	98	1,7	0,5	26	77	0,9	
79. Berenjena	Cruda	12	1,7	0,2	4,3	93,8	0,4	
ACEITES Y GRASAS								
271. Aceite comestible		925	99,4	0,2	0,4			
272. Aceite de hígado de bacalao		916	99,8					
273. Mahonesa		720	1,8	78	3	16	1,5	
274. Mantequilla de cerdo, grasa		939	0,5	99,2	0,3			
275. Margarina		732	0,5	88,5	0,7	12,8	2,3	
PESCADOS								
276. Ahadajo	Fresco	38	13,6	0,3	82,5	0,6		
277. Ahadajo (seco)	Salado	361	81,5	2,7	14,7	1,1		
278. Ahadajo	Cocido	107	23,7	1,1	6,7	74,7	0,9	
279. Ahadajo	Frito	375	21,6	9,5	6,8	62,6	0,6	
280. Almeja	Fresco	81	13,5	1,6	8,4	76,9	2,6	
281. Almeja	Cocida	68	12,1	2,4	82,4	3,1		
282. Anchoas	Fresco	138	21,4	5,8	6,9	70,4	1,8	
283. Anchoas	Cocidas	195	18,8	11,2	1	42,6		
284. Anguila de río	Fresco	142	18,8	13,8	3,9	62,3	1,7	
285. Anguila de río	Cocida	232	13,1	17,3	5,5	64,7	1,4	
286. Arroz	Fresco	120	25,9	0,7	72,9	2,2		
287. Arroz	Frito	212	21,9	13,7	1,3	59,4	3,1	
288. Atún	Fresco	144	18,9	9,1	71,3	0,6		
289. Atún	Cocido	212	23,2	14,5	6,3	49,4	2,3	
290. Bacalao	Fresco	64	14,3	0,5	84	1,2		
291. Bacalao seco	Salado	230	24,7	7,2	6,5	40,6	7	





METABOLISMO

- El concepto **METABOLISMO** se puede simplificar: Básicamente es la utilización que hace el organismo de los nutrientes, una vez que han sido **DIGERIDOS, ABSORBIDOS y TRANSPORTADOS** hasta las **CÉLULAS**.

- La utilización se lleva a cabo de dos maneras:

1. - COMO FUENTE DE ENERGÍA
2. - COMO BLOQUES PARA FORMAR COMPUESTOS QUÍMICOS COMPLEJOS

- Pero antes de que puedan ser utilizados de estas dos maneras, los alimentos han de ser "ASIMILADOS", es decir: "cuando las moléculas de los nutrientes entran en las células y sufren diversos cambios químicos"

METABOLISMO Y CATABOLISMO

- El **METABOLISMO** está formado a su vez por dos procesos:

1. - **CATABOLISMO**: ruptura de las moléculas de alimentos en compuestos moleculares menores, liberando energía al hacerlo.

- es un proceso de descomposición

- tiene lugar dentro de las células y se produce de forma continua y simultánea con el anabolismo.

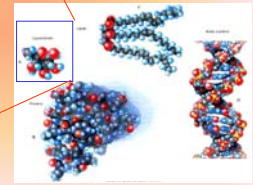
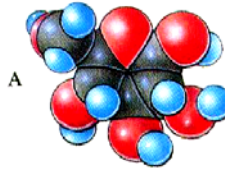
2. - **ANABOLISMO**: transforma moléculas de nutrientes en compuestos moleculares mayores, consumiendo energía al hacerlo.

- es un proceso de síntesis

- tiene lugar dentro de las células y se produce de forma continua y simultánea con el catabolismo.

CARBOHIDRATOS

Carbohidrato



Fuentes dietéticas de los carbohidratos

- Los **CARBOHIDRATOS** están presentes en todos los alimentos que ingerimos.

- Los **CARBOHIDRATOS COMPLEJOS** (polisacáridos como los almidones de los vegetales, cereales y otros tejidos vegetales)

- El **GLUCÓGENO** de la carne

Se rompen en **CARBOHIDRATOS SIMPLES** antes de ser absorbidos

CARBOHIDRATOS

Fuentes dietéticas de los carbohidratos

- Los **CARBOHIDRATOS** están presentes en todos los alimentos que ingerimos.

- Los **CARBOHIDRATOS COMPLEJOS** (polisacáridos como los almidones de los vegetales, cereales y otros tejidos vegetales)

- El **GLUCÓGENO** de la carne

Se rompen en **CARBOHIDRATOS SIMPLES** antes de ser absorbidos

- La **CELULOSA** (principal componente de los vegetales) es una excepción, ya que los seres humanos no tienen enzimas para digerirla, pero aumentan la densidad de la masa fecal y ayudan a su movilización

CARBOHIDRATOS
Fuentes dietéticas de los carbohidratos

- Los **CARBOHIDRATOS** están presentes en todos los alimentos que ingerimos.
- Los **CARBOHIDRATOS COMPLEJOS** (polisacáridos como los almidones de los vegetales, cereales y otros tejidos vegetales)
- El **GLUCÓGENO** de la carne
 - Se rompen en **CARBOHIDRATOS SIMPLES** antes de ser absorbidos
- La **CELULOSA** (principal componente de los vegetales) es una excepción, ya que los seres humanos no tienen enzimas para digerirla, pero aumentan la densidad de la masa fecal y ayudan a su movilización
- Los **DISACÁRIDOS** (p.e. Azúcar refinado) deben ser digeridos químicamente antes de utilizarse

CARBOHIDRATOS
Fuentes dietéticas de los carbohidratos

- Los **CARBOHIDRATOS** están presentes en todos los alimentos que ingerimos.
- Los **CARBOHIDRATOS COMPLEJOS** (polisacáridos como los almidones de los vegetales, cereales y otros tejidos vegetales)
- El **GLUCÓGENO** de la carne
 - Se rompen en **CARBOHIDRATOS SIMPLES** antes de ser absorbidos
- La **CELULOSA** (principal componente de los vegetales) es una excepción, ya que los seres humanos no tienen enzimas para digerirla, pero aumentan la densidad de la masa fecal y ayudan a su movilización
- Los **DISACÁRIDOS** (p.e. Azúcar refinado) deben ser digeridos químicamente antes de utilizarse
- Los **MONOSACÁRIDOS** de la fruta y otros alimentos ya están en forma absorbible. El monosacárido **glucosa** es el más utilizado por las células humanas. (importantes monosacáridos como la **fructosa** y **galactosa**, se utilizan en las células hepáticas para convertirlas en **glucosa**, que será posteriormente empleada).

CARBOHIDRATOS
Fuentes dietéticas de los carbohidratos

Célula hepática

Fructosa

Galactosa

Glucosa

Conversión de los monosacáridos. Los monosacáridos *fructosa* y *galactosa* se convierten en glucosa en los hepatocitos. Aunque en la figura se ha simplificado, son necesarios muchos pasos para conseguirlo. La glucosa es el carbohidrato de uso universal por todas las células del organismo.

Metabolismo de los Carbohidratos

Overview of cellular respiration (oxidation of glucose). A small version of this figure will be used in several places in this chapter to indicate the relationships of different reactions to the overall process of cellular respiration.

The oxidation of glucose involves glycolysis, formation of acetyl coenzyme A, the Krebs cycle, and the electron transport chain.

1 GLUCOSE

2 Pyruvic acid

2 Acetyl coenzyme A

2 ATP

2 NADH + 2 H⁺

2 CO₂

2 NADH + 2 H⁺

6 NADH + 6 H⁺

2 FADH

Electrons

32 or 34 ATP

6 O₂

6 H₂O

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos

- El organismo metaboliza los CH en procesos **anabólicos y catabólicos**.

- La mayoría de las células humanas utilizan a los CH, sobre todo la **glucosa** como su primer y fundamental combustible. catabolizan la mayor parte de los carbohidratos y solo anabolizan una pequeña proporción.

- cuando la cantidad de **glucosa** que penetra en las células es insuficiente para suplir las necesidades energéticas,

se catabolizan las **grasas** y después las **proteínas**

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Transporte y fosforilación de la glucosa

1) El metabolismo de los CH comienza con la **entrada de la glucosa** a través de las membranas celulares.

2) Inmediatamente se **combina con el ATP** para formar **GLUCOSA-6-FOSFATO**, llamándose este paso **FOSFORILACIÓN**.

3) **después de la fosforilación** la glucosa está preparada para las próximas reacciones metabólicas.

- la **fosforilación es irreversible** en todas las células menos en la **mucosa intestinal, hígado y túbulos renales** que es reversible, ya que contienen "fosfatasa" (enzima que rompe el fosfato de la glucosa-6-fosfato), provocando una reacción de "**fosforilación inversa**".

- esta fosforilación inversa, forma glucosa que puede así moverse fuera de las células, ya que la glucosa-6-fosfato no puede atravesar las membranas celulares.

- Dependiendo de las necesidades energéticas del momento, las células catabolizan (rompen) o anabolizan ("componen") la glucosa-6-fosfato

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucólisis

- La **GLUCOLISIS** Es el primer paso del metabolismo de los CH

- rompe la molécula de glucosa para formar **ÁCIDO PIRÚVICO**

- una molécula de glucosa tiene 6 átomos de carbono y una de ac. Pirúvico tiene 3.

- la **glucólisis** tiene lugar en el **citoplasma** de las células humanas

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucólisis

- la **glucólisis** rompe los enlaces químicos de la glucosa liberando una parte (aprox.5%) de la energía almacenada en ellas.

1.- Una parte se libera en forma de calor,

2.- pero otra parte se transfiere a los enlaces de alta energía de las moléculas de ATP.

- por cada molécula de glucosa sometida a glucólisis se forman 2 moléculas netas de ATP.

- en los enlaces de alta energía se almacenan alrededor de 8 Kilocalorías de energía que unen el fosfato al ADP para formar 1 mol (6.02 x 10²³ moléculas) de ATP.

- la **glucólisis** es un proceso esencial que prepara la glucosa para el **segundo paso** del catabolismo, **el ciclo del ácido cítrico**. La glucosa como tal no puede entrar en el ciclo, sino que debe convertirse primero en **ac.pirúvico**.

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucólisis

Each of the 10 steps of glycolysis, and part (b) is a simplified summary.

As a result of glycolysis, there is a net gain of four ATP and four NADH + 2 H⁺.

1. GLYCOLYSIS
2. FORMATION OF ACETYL COENZYME A
3. KREBS CYCLE
4. ELECTRON TRANSPORT CHAIN

Glucose (1 molecule) → Glucose 6-phosphate → Fructose 6-phosphate → Fructose 1,6-bisphosphate → Dihydroxyacetone phosphate → Glyceraldehyde 3-phosphate → Phosphoenolpyruvate → Pyruvate (2 molecules)

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucólisis

(a) Detailed version (continued)
 1. Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase: $2 \text{ NAD}^+ + 2 \text{ H}^+ \rightarrow 2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+$
 2. Phosphoglycerate kinase: $2 \text{ ADP} + 2 \text{ P}_i \rightarrow 2 \text{ ATP}$
 3. Phosphoglyceromutase: $2 \text{ ADP} + 2 \text{ P}_i \rightarrow 2 \text{ ATP}$
 4. Enolase: $2 \text{ ADP} + 2 \text{ P}_i \rightarrow 2 \text{ ATP}$
 5. Pyruvate kinase: $2 \text{ ADP} + 2 \text{ P}_i \rightarrow 2 \text{ ATP}$

(b) Simplified version
 1. Glucose → 2 ADP + 2 P_i → Glyceraldehyde 3-phosphate
 2. Glyceraldehyde 3-phosphate → 2 ADP + 2 P_i → Pyruvate acid (2 molecules)

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Ciclo del ácido cítrico

Acido piruvico C₃ → Acetil C₂ → Acetil CoA C₂ → Acido oxalacético C₄ → Acido cítrico C₆ → Acido isocítrico C₆ → Acido α-cetoglutarico C₅ → Acido succinil-CoA C₄ → Acido succinico C₄ → Acido malico C₄ → Acido oxalacético C₄

Reacción de transición: El ácido pirúvico se convierte en acetil, liberando CO₂ y electrones de alta energía que son transportados por el NADH.

Paso 1: El acetil, transportado por la coenzima A (CoA), se combina con el ácido oxalacético de cuatro carbonos para formar ácido cítrico.

Paso 2: Un acetil se combina con un ácido de cuatro carbonos, liberando CO₂ y electrones de alta energía que son transportados por el NADH.

Paso 3: Un acetil se combina con un ácido de cuatro carbonos, liberando CO₂ y electrones de alta energía que son transportados por el NADH.

Paso 4: Un acetil se combina con un ácido de cuatro carbonos, liberando CO₂ y electrones de alta energía que son transportados por el NADH.

Paso 5: La energía liberada se transporta por el FAD, convirtiéndose en FADH₂.

Paso 6: Los electrones de alta energía son transportados por el citocromo b₅, convirtiéndose en citocromo b₅H₂.

Paso 7: Los electrones de alta energía son transportados por el citocromo b₅, convirtiéndose en citocromo b₅H₂.

Paso 8: Los electrones de alta energía son transportados por el citocromo b₅, convirtiéndose en citocromo b₅H₂.

El ciclo del ácido cítrico. Cada molécula de ácido cítrico se prepara para entrar en el ciclo del ácido cítrico mediante una reacción de transición que produce dos electrones de alta energía y una molécula de CO₂. El grupo acetil que se forma es transportado por la coenzima A (CoA) y entra en el ciclo que se describe en la figura y que consta de una serie cíclica de 8 pasos.

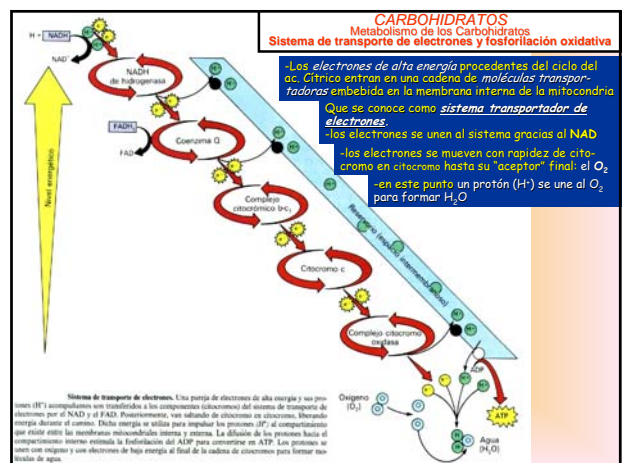
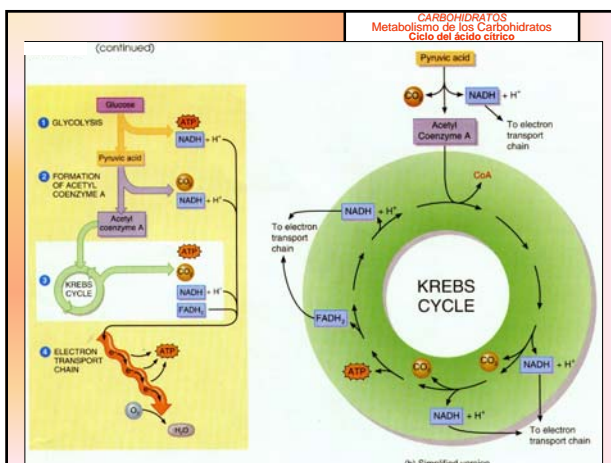
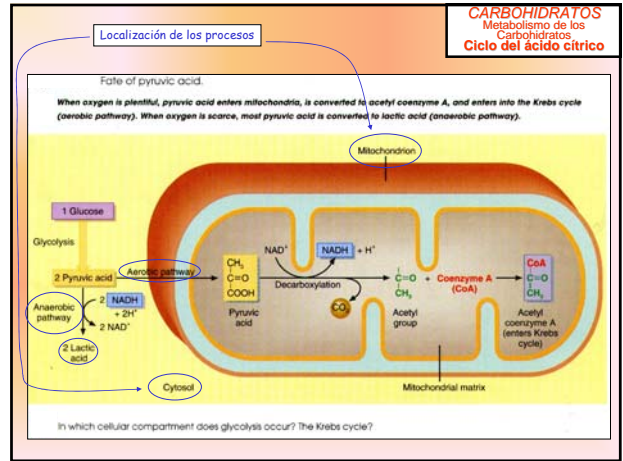
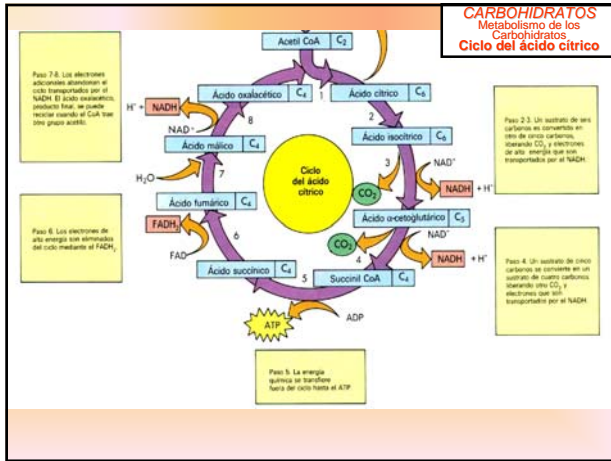
CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Ciclo del ácido cítrico

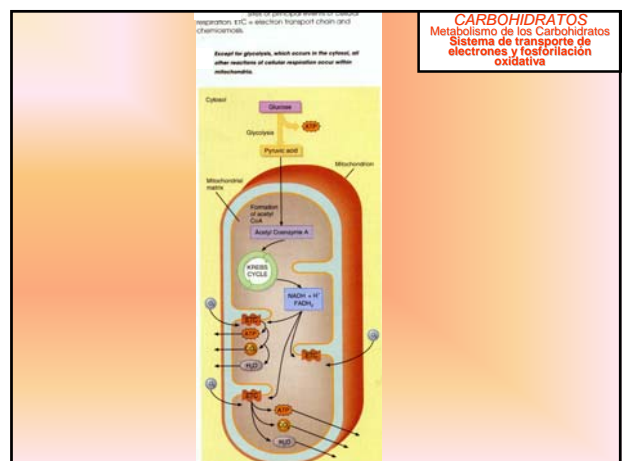
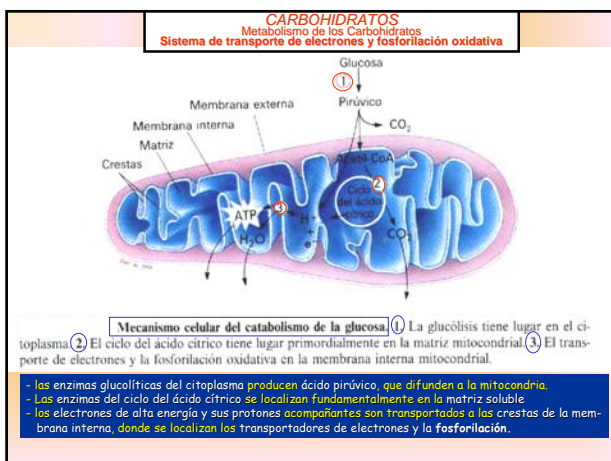
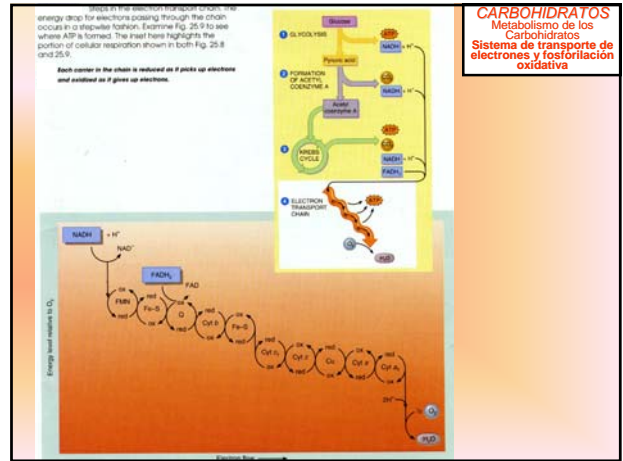
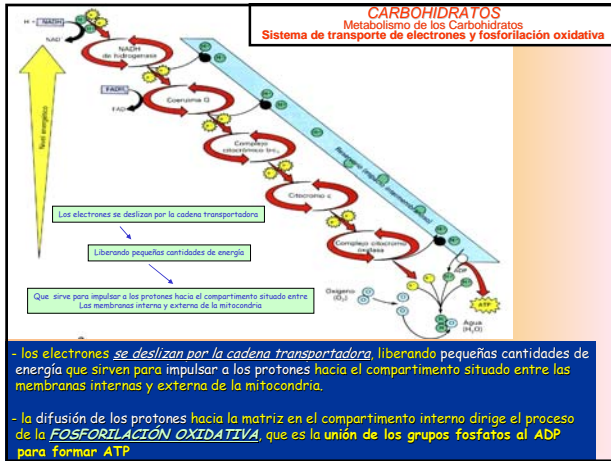
Acido piruvico C₃ → Acetil C₂ → Acetil CoA C₂

Reacción de transición: El ácido pirúvico se convierte en acetil, liberando CO₂ y electrones de alta energía que son transportados por el NADH.

Paso 1: El acetil, transportado por la coenzima A (CoA), se combina con el ácido oxalacético de cuatro carbonos para formar ácido cítrico.

- antes de que pueda entrar en el ciclo del ácido cítrico, cada molécula de ac. Pirúvico se combina con la **coenzima A**, después de desprender **CO₂** y **2 electrones de alta energía** (con sus protones acompañantes H⁺) del ácido pirúvico, formando así **acetil CoA**.
 - la **coenzima A** se separa entonces del **acetil CoA**, dejando un grupo acetilo de 2 carbonos, que entra en el ciclo del ácido cítrico y se combina con el **ácido oxalacético** para formar **ácido cítrico**.
 - en esto consiste el ciclo del ácido cítrico, denominado también **ciclo del ácido tricarbóxicilo (ATC)**, ya que el ácido cítrico se llama también **ácido tricarbóxicilo**. Durante muchos años también se ha conocido como **CICLO DE KREBS** (descubierto por Hans Krebs) premio Nobel en 1935)
 - **en resumen:** por cada molécula de ac. Pirúvico que entra en el ciclo se forman **3 moléculas de CO₂**. Como entran 2 pirúvicos, se forman **6 CO₂**. Ciertas reacciones proporcionan electrones de "alta energía" que pasan al sistema de transporte y fosforilación oxidativa





CARBOHIDRATOS

Metabolismo de los Carbohidratos
Sistema de transporte de electrones y fosforilación oxidativa

Energía que se extrae de la glucosa: La energía que se libera durante el catabolismo de la glucosa es mayoritariamente en forma de **calor**, pero una parte se utiliza para los **enlaces de alta energía del ATP**. En la mayor parte de las células del organismo, una molécula de glucosa produce la suficiente energía como para poder sintetizar o **recargar** **16 moléculas de ATP**. Algunas células, como las del **hígado o del corazón**, mueven esos electrones de forma más eficaz y son capaces de formar hasta 38 moléculas de ATP. Ello representa una efectividad de conversión de energía del 38-48%, mucho mejor que la mayor parte de las máquinas, en las que sólo es del 20-25%.

- la rotura de las moléculas de ATP produce casi toda la energía que precisa la célula para su trabajo.

- el proceso que produce más del 90% del ATP que se forma durante el catabolismo de los carbohidratos o fosforilación oxidativa es la parte crucial del metabolismo.

- este proceso requiere aporte de O_2 a las células, ya que *solo cuando hay O_2 a nivel celular que actúa como aceptor final de electrones e hidrogeno, se pueden mover los electrones a través de su cadena transportadora.*

- Si el aporte de O_2 desaparece, se paraliza el transporte de electrones e hidrogeniones. *Pero aún sin O_2 la formación de ATP debe continuar, forzosamente, ya que el déficit de aporte energético a las células es letal para las mismas aunque solo sea de unos minutos.*

- todas las reacciones químicas del catabolismo de la glucosa se resumen en una sola ecuación:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 36-39 ATP + calor$$

CARBOHIDRATOS

Metabolismo de los Carbohidratos
Via anaeróbica

- Si *no hay O_2* para mantener los niveles de ATP, situación frecuente en las células musculares y durante ejercicios intensos y de potencia, *se obtiene energía por vía anaeróbica* porque se transfiere energía al ATP *solo utilizando la GLUCOLISIS*, un proceso que no requiere O_2 .

- A pesar de que no se puede obtener energía de este modo de forma indefinida, pueden ganarse unos minutos hasta que las funciones celulares cesen.

- en estos casos la célula *no cuenta con el proceso de FOSFORILACIÓN OXIDATIVA* para la obtención del ATP y solo depende de la glucólisis para producir ATP, y aunque de esta forma se obtiene menos cantidad de ATP, se puede hacer sin presencia de O_2 .

- al no poder entrar la molécula de ácido pirúvico producida por este sistema en el ciclo del ácido cítrico, es convertida a **ÁCIDO LÁCTICO**, más que a acetil CoA. El ácido láctico no puede entrar en el ciclo del ácido cítrico.

CARBOHIDRATOS

Metabolismo de los Carbohidratos
Via anaeróbica

- una vez que el O_2 está disponible de nuevo, *una parte del ácido láctico se reconvierte otra vez en ácido pirúvico en la célula, todo ello con la energía del ATP.*

- El **ÁCIDO LÁCTICO**, una vez reconvertido: 1.- puede seguir la vía aeróbica y catabolizarse por completo.
2.- Una gran parte del ac.láctico pasa a la sangre y es eliminado por el hígado. Dentro de los hepatocitos el ATP se utiliza para convertir el ac.láctico en glucosa.

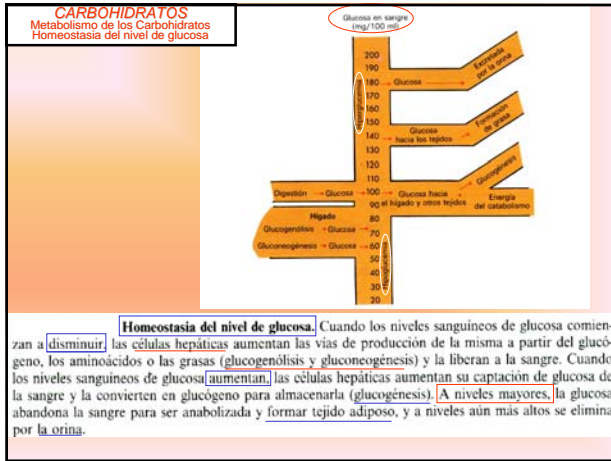
- dado que la respiración anaeróbica requiere el uso posterior de moléculas de ATP que se han producido por respiración oxidativa, se dice que se ha **contraído una deuda de O_2** .

- Dicha deuda se repaña cuando el O_2 aparece de nuevo para formar ATP extra necesario para convertir de nuevo el ac.láctico en ac.pirúvico o glucosa.

CARBOHIDRATOS

Metabolismo de los Carbohidratos
RESUMEN DEL CATABOLISMO DE LA GLUCOSA

Resumen del catabolismo de la glucosa. La glucosa es catabolizada para formar ácido pirúvico durante la glucólisis. *Si hay oxígeno*, el ácido pirúvico se convierte en acetil CoA y entra en el ciclo del ácido cítrico para transferir energía al mayor número posible de moléculas de ATP durante la fosforilación oxidativa. *Si no hay oxígeno*, el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico, dando lugar a un déficit de oxígeno. Este déficit se subsana posteriormente cuando el ATP que se produce por la fosforilación oxidativa se emplea para convertir el ácido láctico en pirúvico o durante la vía de la glucosa. *Si hay un exceso de glucosa*, la célula puede convertirla en glucógeno (glucogénesis). Posteriormente, de este glucógeno podrán separarse moléculas aisladas de glucosa mediante la glucogenólisis.

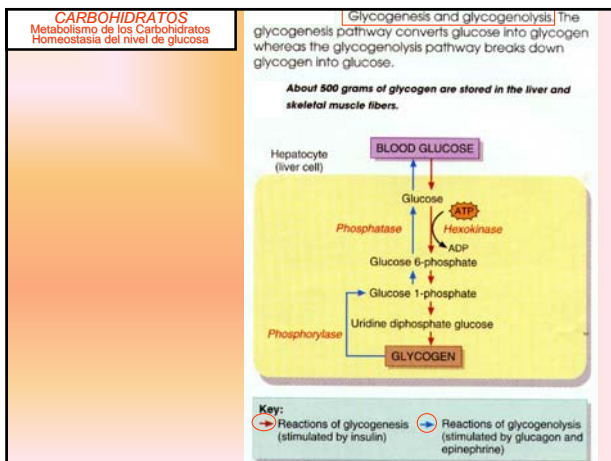


CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucogénesis

Glucogénesis. A. Porción de la cadena ramificada de subunidades de glucosa denominada glucógeno. B. Micrografía electrónica que muestra una célula hepática con gránulos de glucógeno en su interior. El glucógeno (polisacárido) es la forma en la que las células humanas almacenan la glucosa.

- cuando las vías glucolíticas están saturadas por los altos niveles de glucosa que entran en la célula, la glucosa entra en la vía anabólica de la **FORMACIÓN DE GLUCÓGENO** (polímero de la glucosa), denominada **GLUCOGÉNESIS** ó **GLUCOGENOGÉNESIS**

- la **GLUCOGÉNESIS** es parte de un mecanismo Homeostático que se pone en marcha cuando los niveles de glucosa en sangre se incrementan por encima del punto medio de sus valores normales (80-100 mgr/100 ml de sangre) por ejemplo, después de comer.



CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Glucogenólisis

Glucogenólisis en un hepatocito.

- las moléculas de glucógeno pueden ser fragmentadas y eliminadas (**hidrolizadas**). A este proceso se le llama **GLUCOGENOLISIS**.

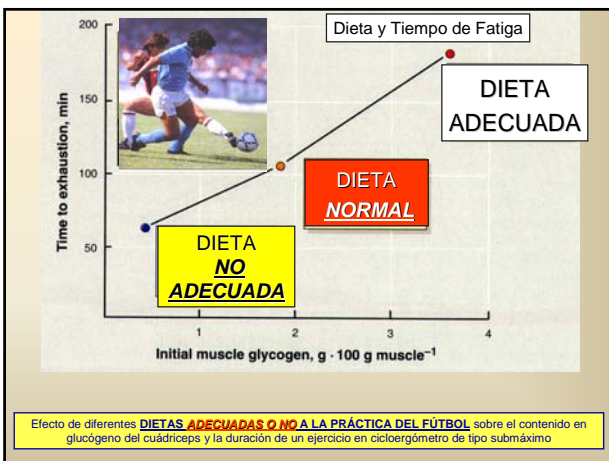
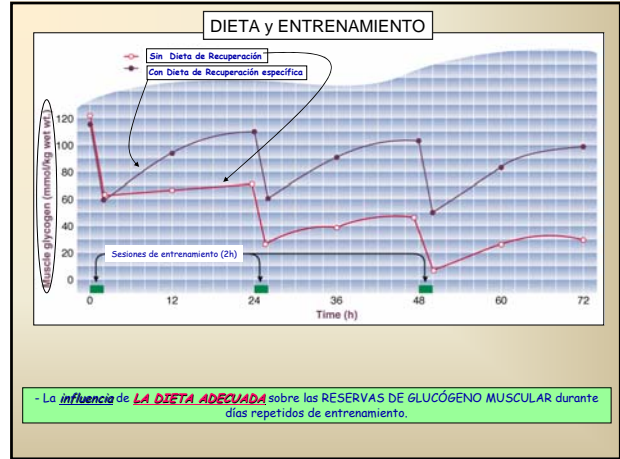
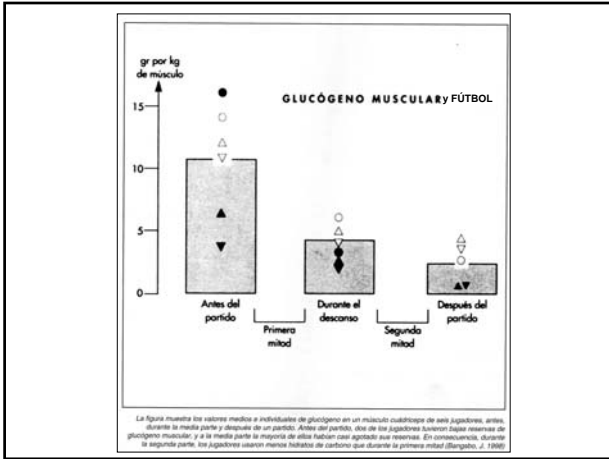
- aunque se supone que todas las células poseen las enzimas necesarias para romper el glucógeno en glucosa-6-fosfato, solo algunas de ellas (hígado, riñón y mucosa intestinal) poseen la enzima **fosfatasa** que permite la formación de glucosa libre y su salida fuera de la célula.

- en los **músculos** el producto que se forma es la **glucosa-6-fosfato**, que luego sufre la **glucólisis**.

- sin embargo en el **hígado**, la **glucogenólisis** da lugar a glucosa libre que puede abandonar la célula y pasar a la sangre, aumentando así la glucemia.

- la **glucogenólisis** hepática ayuda a la homeostasis de la glucemia (a las pocas horas de comer, al bajar la glucemia, se acelera la glucogenólisis hepática).

- la **glucogenólisis** hepática solo puede mantener la homeostasis de la glucosa unas pocas horas, ya que el organismo solo almacena pequeñas cantidades de glucógeno.



CARBOHIDRATOS

Metabolismo de los Carbohidratos
Gluconeogénesis

Gluconeogénesis. Los hepatocitos pueden formar glucosa a partir de proteínas y grasas liberadas por otros tejidos.

- hay muchas células que utilizan la glucosa como sustrato primario, (neuronas, eritrocitos, médula suprarrenal, cristalino, córnea, testículos, etc).
- Solo el cerebro consume 120 gr diarios de glucosa.
- un ayuno prolongado o la falta de ingesta de carbohidratos sería un problema si no existiera un *mecanismo alternativo de síntesis de glucosa a partir de otros precursores*

- el término **GLUCONEOGENESIS** significa literalmente: formación de "nueva" glucosa. "Nueva" porque se forma a partir de proteínas y del glicerol de las grasas.

- el proceso tiene lugar mayoritariamente en el hígado y la "nueva" glucosa difunde a la sangre

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Control del metabolismo de la glucosa

-el complejo sistema que mantiene la homeostasia de la glucosa está formado por mecanismos hormonales y nerviosos:

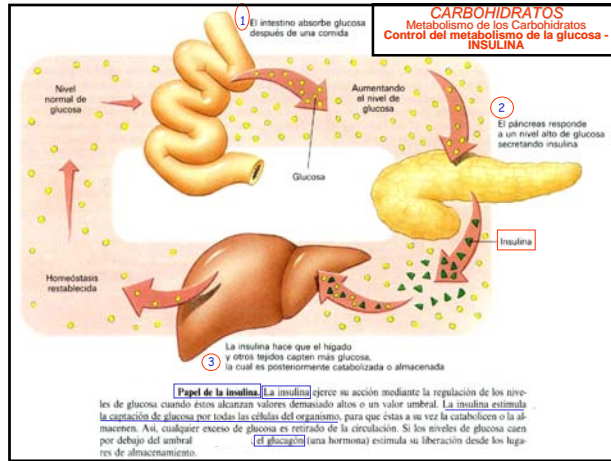
- 5 glándulas endocrinas intervienen:

- islotes pancreáticos
- adenohipófisis
- corteza adrenal
- médula adrenal
- glándula tiroideas

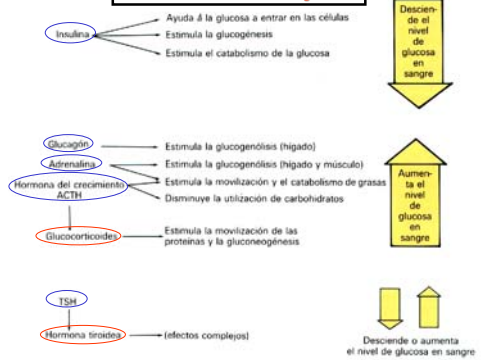
- como mínimo 8 hormonas segregadas por estas glándulas

- insulina
- glucagón
- adrenalina
- hormona del crecimiento (GH)
- ACTH
- glucocorticoides
- TSH
- hormonas tiroideas ($T_3 - T_4$)

CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Control del metabolismo de la glucosa -
INSULINA

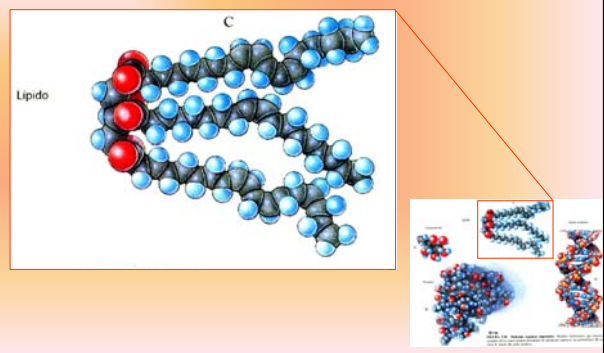


CARBOHIDRATOS
Metabolismo de los Carbohidratos
Control del metabolismo de la glucosa



Control hormonal del nivel sanguíneo de glucosa. La insulina disminuye los niveles sanguíneos de glucosa; por tanto, es una sustancia hipoglucemiante. La mayoría de las hormonas los elevan, siendo por ello hiperglucemiante o anti-insulina.

LÍPIDOS



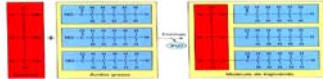
LÍPIDOS

Fuentes dietéticas de los LÍPIDOS

-Los **LÍPIDOS** son un tipo de compuesto orgánico que incluye:

-GRASAS -ACEITES -OTRAS SUSTANCIAS SIMILARES

-Los **LÍPIDOS** más habituales de la dieta son los **TRIGLICÉRIDOS** que están compuestos por subunidades de **GLICEROL** a las que se unen **3 ÁCIDOS GRASOS**.



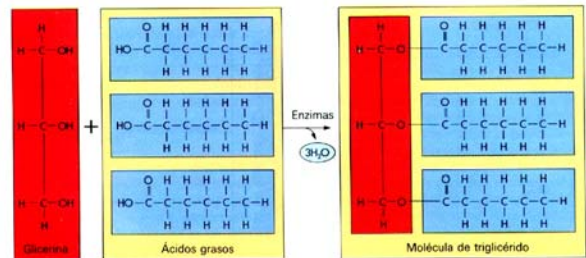
- otros importante lípidos de la dieta son los **FOSFOLÍPIDOS** y el **COLESTEROL**.

-Las grasas de la dieta se clasifican en **SATURADAS** o **INSATURADAS**.

- Las **Saturadas** contienen cadenas de ácidos grasos en las que no hay dobles enlaces (es decir, todos los enlaces disponibles de su cadena hidrocarbonada están llenos (saturados) con átomos de hidrógeno). Suelen ser **sólidas** a temperatura ambiente.

- Las **Insaturadas** contienen cadenas de ácidos grasos en las que hay algunos dobles enlaces, (lo que supone que no todos los lugares para el hidrógeno están ocupados). Suelen ser **líquidas** a temperatura ambiente.

FORMACIÓN DE LOS TRIGLICÉRIDOS:



Formación de un triglicérido. El triestearato de glicerina es una molécula compuesta, formada por tres moléculas de ácido esteárico (un ácido graso) unidas mediante una reacción de síntesis de deshidratación a una sola molécula fundamental de glicerina. Además del triglicérido, este proceso da lugar a la formación de tres moléculas de agua.

LÍPIDOS

Fuentes dietéticas de los LÍPIDOS

- Los **TRIGLICÉRIDOS** están presentes en caso todos los alimentos que ingerimos.
(pero su cantidad es muy variable así como la proporción entre ac. grados saturados e insaturados)

-Los **FOSFOLÍPIDOS** también se encuentran en casi todos los tipos de alimentos.
(forman parte de todas las membranas celulares de los organismos vivientes)

- El **COLESTEROL**, sin embargo, solo se encuentra en los alimentos de origen animal, y su concentración varía mucho de unos alimentos a otros (máximo en hígado y yema de huevo)

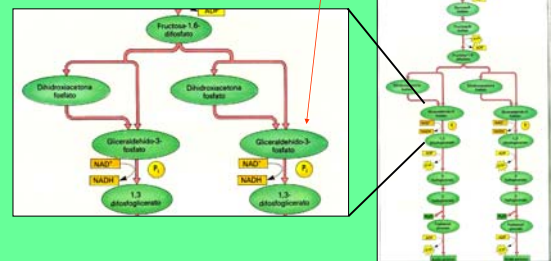
LIPIDOS

METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
CATABOLISMO LÍPIDICO

1.- Los **TRIGLICÉRIDOS** se **hidrolizan** en primer lugar para formar:

ÁCIDOS GRASOS y **GLICEROL**

- El Glicerol se convierte en **GLICERALDEHIDO-3-FOSFATO**, que entra en la vía de la **GLUCOLISIS**



LÍPIDOS
METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
CATABOLISMO LÍPIDICO

2.- Los **ÁCIDOS GRASOS** son fragmentados en: (proceso llamado *beta-oxidación*)
(2 moléculas de) **ACETIL CoA**

- Estos son catabolizados junto con los **acetil CoA** procedentes del metabolismo de los Hidratos de Carbono en el **CICLO DEL ÁCIDO CÍTRICO**

Metabolismo y catabolismo de los grasos. Observe cómo la acetilcoenzima tiene lugar a nivel hepático. El número de átomos de carbono de las moléculas se ofrece entre paréntesis.

LÍPIDOS
METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
CATABOLISMO LÍPIDICO

2.- Los **ÁCIDOS GRASOS** son fragmentados en: (proceso llamado *beta-oxidación*)
(2 moléculas de) **ACETIL CoA**

- Estos son catabolizados junto con los **acetil CoA** procedentes del metabolismo de los Hidratos de Carbono en el **CICLO DEL ÁCIDO CÍTRICO**

- Cuando se **acelera** el catabolismo de los grasos (diabetes, ayuno, ...) debido a que no entra glucosa en las células.
Se forman numerosas unidades de **ACETIL-CoA**

Las células hepáticas condensan temporalmente dichas unidades para formar **ácido acetacético**, de 4 carbonos (este ácido es un **CUERPO CETÓNICO**)
Puede ser convertido mediante un proceso llamado "CETOGENESIS" en otros dos tipos de cuerpos cetónicos: **ACETONA** y **ÁCIDO BETAHIDROXIBUTÍRICO**

Las células hepáticas oxidan una pequeña cantidad de cuerpos cetónicos para sus propias necesidades energéticas
La mayoría son transportadas a otras células (hígado) para transformarse de nuevo en **ACETIL CoA** y oxidarlos por el ciclo del ácido cítrico.

Metabolismo y catabolismo de los grasos. Observe cómo la acetilcoenzima tiene lugar a nivel hepático. El número de átomos de carbono de las moléculas se ofrece entre paréntesis.

LÍPIDOS
METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
CATABOLISMO LÍPIDICO

Metabolism of lipids. Glycerol may be converted to glyceraldehyde 3-phosphate, which can then be converted to glucose or enter the Krebs cycle for oxidation. Fatty acids undergo beta oxidation and enter the Krebs cycle via acetyl coenzyme A. Lipogenesis is the synthesis of lipids from glucose or amino acids.

Glycerol and fatty acids are catabolized in separate pathways.

Key:
→ Lipolysis
← Lipogenesis

LÍPIDOS
METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
ANABOLISMO LÍPIDICO - (LIPOGENESIS)

-Consiste en la síntesis de varios tipos de lípidos, sobre todo:

1.- TRIGLICÉRIDOS 2.- COLESTEROL 3.- FOSFOLÍPIDOS 4.- PROSTAGLANDINAS

- Los Triglicéridos y Lípidos estructurales (p.ej. Fosfolípidos) son sintetizados a partir de:
1.- ácidos grasos, 2.- glicerol, 3.- exceso de glucosa, 4.- aminoácidos.

- Los **TRIGLICÉRIDOS** se almacenan principalmente en las células del Tj. **ADIPOSO**. (Estos depósitos constituyen la mayor reserva energética del organismo - se pueden almacenar kilos de grasa de forma "casi ilimitada") (por el contrario, sólo pueden almacenarse unos cuantos gramos de Hidratos de carbono como **GLUCÓGENO MUSCULAR** y **HEPÁTICO**)

-La mayor parte de los **ácidos grasos** pueden ser sintetizados por el organismo excepto algunos ac. Grasos insaturados que deben ser aportados por la dieta y por eso se llaman **ac. grasos esenciales**.

-Algunos ácidos grasos esenciales sirven como fuente para la síntesis de **prostaglandinas**.

LÍPIDOS
METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS
CONTROL DEL METABOLISMO LIPÍDICO

- El **METABOLISMO DE LOS LÍPIDOS** está controlado sobre todo por:

- 1.-INSULINA 2.-ACTH 3.-Hormona del Crecimiento 4.-GLUCOCORTICOIDES

- Estas mismas Hormonas intervienen en el Metabolismo de los Hidratos de Carbono de tal forma que:

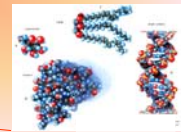
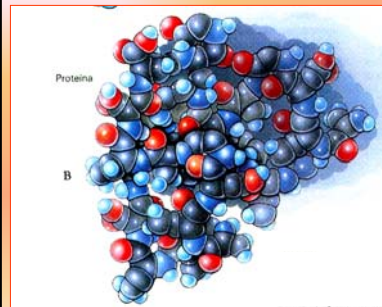
"la proporción del catabolismo de las grasas es inversamente proporcional a la del catabolismo de los carbohidratos"

-Si el catabolismo de los HC desciende por debajo de las necesidades energéticas (diabetes, ayuno, etc), se incrementa rápidamente la secreción de:

- Hormona del Crecimiento
- ACTH
- Glucocorticoides
- producen incremento del catabolismo de las grasas

-Cuando el catabolismo de los HC se iguala a las necesidades energéticas, las grasas no se movilizan de sus depósitos y son almacenadas en los T. Adiposos
"los carbohidratos tienen un efecto ahorrador-almacenador de grasas"

PROTEÍNAS



PROTEÍNAS
Fuentes dietéticas de las PROTEÍNAS

-Las **PROTEÍNAS** son moléculas complejas, muy largas y compuestas por subunidades químicas denominadas aminoácidos.

- Las Proteínas se ensamblan a partir de una agrupación de **20 tipos diferentes de aminoácidos**.- El organismo solo es capaz de sintetizar la mitad de los mismos.- El resto debe aportarse mediante la dieta (**aminoácidos esenciales**).

-La "carne" y tejidos animales contienen todos los aminoácidos esenciales. No así las plantas u otras fuentes no animales.

Aminoácidos	
Esenciales (imprescindibles)	No esenciales (prescindibles)
Histidina*	Alanina
Isoleucina	Arginina
Leucina	Asparagina
Lisina	Ácido aspártico
Metionina	Cisteína
Fenilalanina	Ácido glutámico
Treonina	Glutamina
Triptófano	Glicina
Tirosina†	Prolina
Valina	Serina

*Esenciales en niños y tal vez en varones adultos.
†Puede ser sintetizado a partir de la fenilalanina.

PROTEÍNAS
Metabolismo de las PROTEÍNAS
Anabolismo Protéico

-En el metabolismo proteico, al **anabolismo** es lo principal y el **catabolismo** es secundario. Justo lo contrario que en el metabolismo de grasas y carbohidratos.

-Las proteínas son los principales alimentos "constructores" de tejido. Los carbohidratos y las grasas son los principales suministradores de energía.

-El **ANABOLISMO** proteico es el **proceso por el que las proteínas son sintetizadas** por los ribosomas de todas las células.

-Cada célula sintetiza sus propias proteínas estructurales y sus propias enzimas.

-Además muchas células, como las hepáticas y las glandulares, sintetizan proteínas especiales para "exportarlas". (Las Células Hepáticas sintetizan proteínas plasmáticas que se encuentran en la sangre)
-Los genes celulares determinan las proteínas específicas sintetizadas



Anabolismo proteico Las proteínas se sintetizan a partir de los aminoácidos transportados a cada célula por la sangre. Observe que el hepatocito, así como algunas otras células especializadas del organismo, fabrican proteínas para exportar.

PROTEÍNAS
Metabolismo de las PROTEÍNAS
Anabolismo Protéico

-El **anabolismo protéico** es el principal proceso de:

- 1.-Crecimiento
- 2.-Reproducción,
- 3.- Reparación celular,
- 4.-Reemplazo de células destruidas por el uso y desgaste diario

(solo la sustitución de los eritrocitos produce Millones de células por segundo)

-El anabolismo proteico es la "gran empresa" del organismo.

Anabolismo proteico Las proteínas se sintetizan a partir de los aminoácidos transportados a cada célula por la sangre. Observe que el hepatocito, así como algunas otras células especializadas del organismo, fabrica proteínas para exportar.

PROTEÍNAS
Metabolismo de las PROTEÍNAS
Catabolismo Protéico

-El primer paso del **CATABOLISMO PROTÉICO** tiene lugar en las células hepáticas.

-Se denomina **DESAMINACIÓN** y consiste en la liberación de un grupo amino (NH_2) de una molécula para formar:

- una molécula de **AMONIACO** + una molécula de **CETOÁCIDO** (p. ej. ácido alfa cetoglutarico)

-La mayor parte del amoniaco es convertido por las células hepáticas en **UREA** que posteriormente se excreta por la **orina**.

-El **cetoácido** debe ser oxidado por vía del ciclo del ácido cítrico o convertido en:

- 1.- **GLUCOSA** por vía de la **NEOGLUCOGÉNESIS**
- 2.- **GRASAS (LIPOGÉNESIS)**

Mobilización y catabolismo de las proteínas Los glucocorticoides aceleran este proceso, por lo que son clasificados como hormonas catabolizadoras de proteínas.

PROTEÍNAS
Metabolismo de las PROTEÍNAS
Balance proteico y balance nitrogenado

-Tanto en **anabolismo** como el **catabolismo** proteico tiene lugar continuamente. Solo difieren en sus proporciones dependiendo del momento.

-Con una **dieta deficiente en proteínas** el **catabolismo proteico** excede al **anabolismo**.

-En el adulto sano existe un estado de **BALANCE PROTÉICO** es decir, el anabolismo proteico iguala o equilibra al catabolismo proteico.

-Cuando el organismo se encuentra en **EQUILIBRIO PROTÉICO**, está también en un **BALANCE NITROGENADO**.

- es decir, la cantidad de **NITRÓGENO** que entra en el organismo (en las proteínas de los alimentos) iguala a la cantidad de nitrógeno de los productos de desecho del catabolismo proteico que se excretan por la **orina**, **heces**, y **sudor**.

PROTEÍNAS
Metabolismo de las PROTEÍNAS
Balance proteico y balance nitrogenado

-**DESEQUILIBRIOS**: Hay dos tipos de desequilibrios, proteico o nitrogenado.

- 1.- Cuando el **catabolismo proteico** excede al **anabolismo proteico**, la cantidad nitrógeno en la orina excede la cantidad de nitrógeno de los alimentos proteicos ingeridos.
 - Se dice que el sujeto está en un estado de **BALANCE NITROGENADO NEGATIVO** o un estado de "debilitamiento tisular" ya que las proteínas tisulares están siendo más catabolizadas que reemplazadas mediante síntesis proteica
 - Las dietas pobres en proteínas, el ayuno, enfermedades debilitantes lo producen
- 2.- Cuando la ingestión de nitrógeno de los alimentos, es superior al nitrógeno eliminado por la orina, el **anabolismo proteico** se está produciendo en una mayor proporción que el **catabolismo**.
 - Se está en **BALANCE NITROGENADO POSITIVO** (crecimiento, embarazo, convalecencia de enfermedades consuntivas)

PROTEÍNAS

Metabolismo de las PROTEÍNAS
Control del Metabolismo proteico

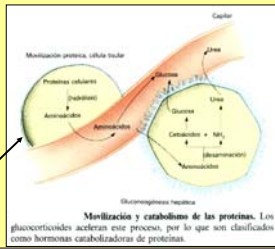
-Control HORMONAL:

-1- HORMONA DEL CRECIMIENTO y TESTOSTERONA

- Tienen un efecto estimulante sobre la síntesis proteica (anabolismo), de ahí que se les llame "**hormonas anabolizantes**".
- La **HORMONA TIROIDEA**, estimula el anabolismo proteico aumentando cuando hay gran cantidad de carbohidratos y grasas para la producción energética.
- Por otra parte cuando aumenta la Hormona Tiroidea o cuando hay déficit de alimentos, esta hormona estimula la movilización de proteínas y el catabolismo.

-2- GLUCOCORTICOIDES

- Tiene efecto sobre el catabolismo "**hormonas catabolizantes**".
- Aceleran la movilización de las proteínas tisulares, es decir la **hidrólisis** de proteínas celulares en aminoácidos, su entrada en la sangre y posterior catabolismo
- La **ACTH** funciona indirectamente como hormona catabolizante por su efecto estimulante en la secreción de glucocorticoides



VITAMINAS y MINERALES

VITAMINAS

- Las **VITAMINAS** son moléculas orgánicas necesarias en pequeñas cantidades para el metabolismo normal de todo el organismo.

- Las moléculas de vitaminas se unen a las **enzimas y coenzimas** y las ayudan a trabajar correctamente. (las coenzimas son catalizadores orgánicos y no proteicos que actúan a menudo como "transportadores de moléculas")

- **Sin las vitaminas, muchas enzimas y coenzimas no pueden actuar.** (p. ej. La coenzima A (CoA), -importante coenzima transportadora en el ciclo del ac. Cítrico-, tiene ácido pantoténico (vitamina B₅) como uno de sus principales componentes.

- La mayoría de las vitaminas no pueden ser sintetizadas por el organismo, por lo que deben incluirse en la dieta.

- El organismo puede almacenar **vitaminas liposolubles A, D, E y K** en el hígado para su uso posterior. Pero apenas se puede acumular **vitaminas hidrosolubles B y C** que deben ser aportadas frecuentemente por la dieta

VITAMINAS

PRINCIPALES VITAMINAS

Vitamina	Fuente dietética	Funciones	Síntomas de su déficit
Vitamina A	Vegetales verdes y amarillos, productos frescos e hígado	Mantiene los tejidos epiteliales y produce los pigmentos visuales	Ceguera nocturna o descamación de la piel
Vitaminas del complejo B			
B ₁ (tiamina)	Cereales, carne y legumbres	Ayuda a las enzimas del ciclo del ácido cítrico	Problemas neurológicos (Ber-Ber), debilidad miocárdica y edemas
B ₂ (riboflavina)	Vegetales verdes, vísceras, huevos y productos frescos	Ayuda a las enzimas del ciclo del ácido cítrico	Inflamación de la piel y de los ojos
B ₃ (niacina)	Carne y cereales	Ayuda a las enzimas del ciclo del ácido cítrico	Pelagra (dermatitis escamosa y trastornos mentales) y alteraciones neurológicas
B ₅ (ácido pantoténico)	Vísceras, huevos e hígado	Colabora con las enzimas que relacionan el metabolismo de las grasas y de los carbohidratos	Pérdida de la coordinación (infrecuente)
B ₆ (piridoxina)	Vegetales, carnes y cereales	Colabora con las enzimas que catabolizan los aminoácidos	Convulsiones, irritabilidad y anemia
B ₁₂ (cianocobalamina)	Carne y productos frescos	Participa en la producción sanguínea y en otros procesos	Anemia perniciosa
Biotina	Vegetales, carne y huevos	Colabora con las enzimas del catabolismo de los aminoácidos y de las grasas, así como en la síntesis de glucógeno	Problemas mentales y musculares (infrecuente)
Ácido fólico	Vegetales	Colabora con las enzimas en el catabolismo de los aminoácidos y en la producción sanguínea	Trastornos digestivos y anemia
Vitamina C (ácido ascórbico)	Frutas y vegetales verdes	Colabora en la producción de fibras de colágeno	Escorbuto, degeneración de piel, huesos y vasos sanguíneos
Vitamina D (calciferol)	Productos frescos y aceite de hígado de pescado	Colabora en la absorción de calcio	Raquismo y deformidades esqueléticas
Vitamina E (tocoferol)	Vegetales verdes y semillas	Protege a las membranas celulares de ser catabolizadas	Trastornos musculares y reproductores (infrecuente)

MINERALES

- Los **MINERALES** son tan importantes como las vitaminas.
- Como las vitaminas, los iones minerales se unen a las **enzimas**, **coenzimas** y otras moléculas orgánicas y las ayudan en su función.
- Los minerales también intervienen en otras reacciones químicas vitales:
 - El **sodio** y el **calcio** son necesarios para la conducción nerviosa y la contracción muscular
 - El **calcio**, **fósforo** y **magnesio** forman la estructura del esqueleto
- Al igual que las vitaminas, los minerales son beneficiosos solo si se ingieren en cantidades adecuadas. A veces en cantidades mínimas.
- Cualquier ingesta de estos minerales por encima de las cantidades recomendadas puede ser tóxica, incluso fatal.

MINERALES

PRINCIPALES MINERALES

Mineral	Fuente dietética	Funciones	Síntomas de su déficit
Calcio (Ca)	Productos frescos, legumbres y vegetales	Ayuda a la formación del coágulo sanguíneo, en la formación ósea y en la función de nervios y músculos	Degeneración ósea y alteraciones en las funciones nerviosa y muscular
Cloro (Cl)	Productos salados	Contribuye a la formación del ácido gástrico y en el equilibrio ácido-básico	Desequilibrio ácido-básico
Cobalto (Co)	Carne	Ayuda a la vitamina B ₁₂ en la formación sanguínea	Anemia perniciosa
Cobre (Cu)	Mariscos, vísceras y legumbres	Participa en el proceso de formación energética del ciclo del ácido cítrico y en la producción de sangre	Fatiga y anemia
Yodo (I)	Mariscos y sal yodada	Síntesis de hormonas tiroideas	Bocio (aumento del tamaño del tiroides) y disminución de los índices metabólicos
Hierro (Fe)	Carne, huevos, vegetales y legumbres	Participa en el proceso de formación energética del ciclo del ácido cítrico y en la producción de sangre	Fatiga y anemia
Magnesio (Mg)	Vegetales y cereales	Ayuda de numerosas enzimas	Alteraciones neurológicas, dilatación de los vasos sanguíneos y alteraciones del ritmo cardíaco
Manganeso (Mn)	Vegetales, legumbres y cereales	Ayuda de numerosas enzimas	Alteraciones musculares y nerviosas
Fósforo (P)	Productos frescos y carne	Ayuda a la formación ósea y en la síntesis de ATP, ADN, ARN y fosfolípidos	Degeneración ósea y problemas metabólicos
Potasio (K)	Mariscos, leche, fruta y carne	Ayuda a las funciones muscular y nerviosa	Debilidad muscular, alteraciones cardíacas y nerviosas
Sodio (Na)	Productos salados	Ayuda en las funciones muscular y nerviosa y en el equilibrio hídrico	Debilidad y alteraciones digestivas
Cinc (Zn)	Numerosos productos	Ayuda a distintas enzimas	Alteraciones metabólicas

Resumen del Metabolismo

