

TEMA

- **Principios básicos del metabolismo**
- **Función de las rutas metabólicas**
- **Mecanismos de regulación**
- **Moléculas de alta energía de hidrólisis**
- **Papel metabólicos de los tejidos más relevantes**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La Energía es a la Vida como el agua al río

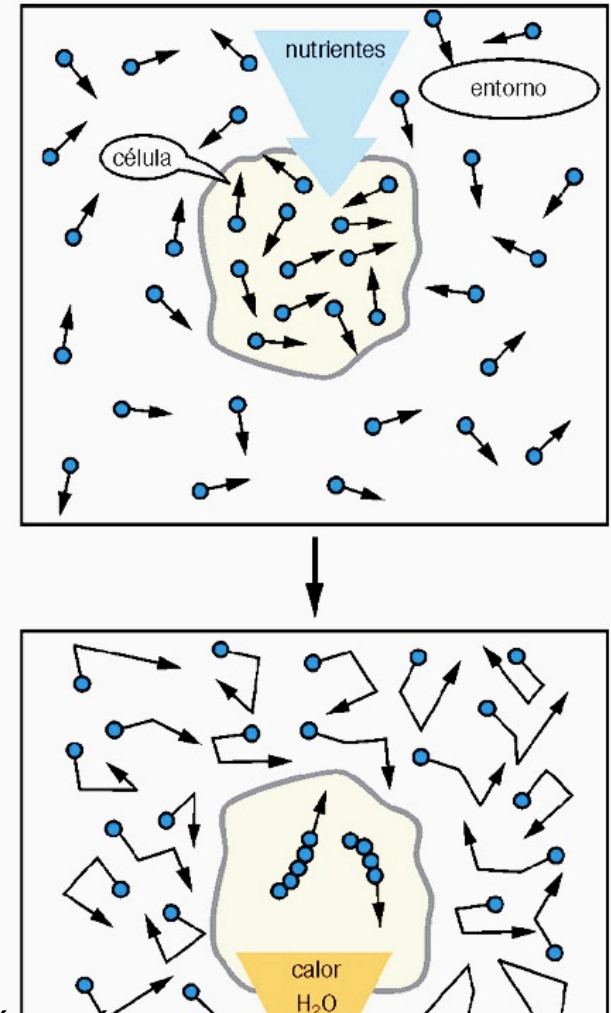
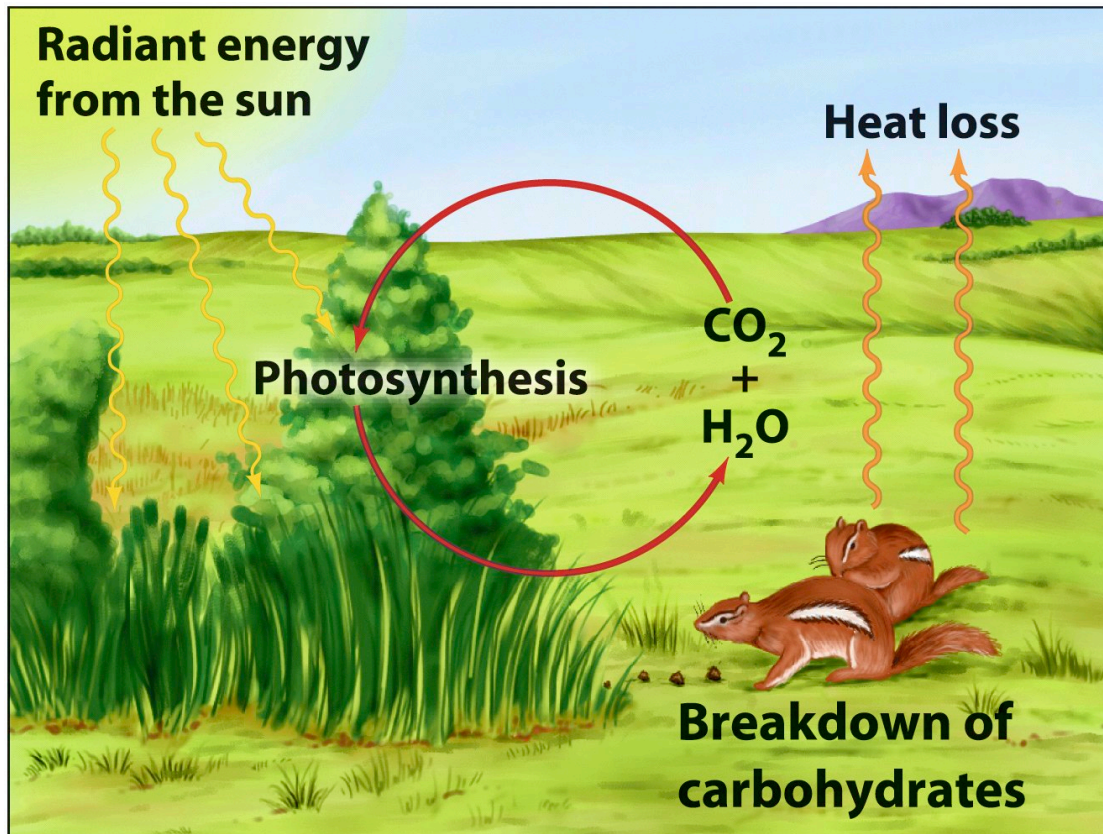


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La vida es una manifestación de ENERGÍA fluyendo



Termodinámica

Primer Principio: **La ENERGÍA se conserva**

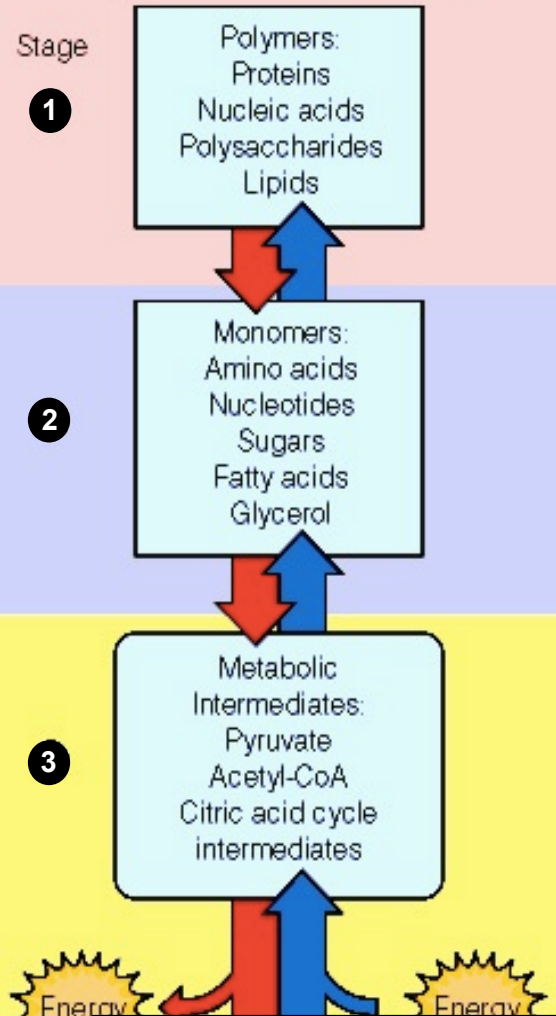
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$\Delta U = \Delta W - P \Delta S$$

$$\Delta U = 0 \text{ equilibrio}$$

CATABOLISMO**ANABOLISMO****METABOLISMO:**

Conjunto de reacciones químicas que se producen en los organismos, y que les permite mantenerse y reproducirse

METABOLISMO INTERMEDIARIO:

Subconjunto de reacciones metabólicas en el que intervienen compuestos (**metabolitos**) de baja masa molecular (<1000 Da)

METABOLISMO ENERGÉTICO:

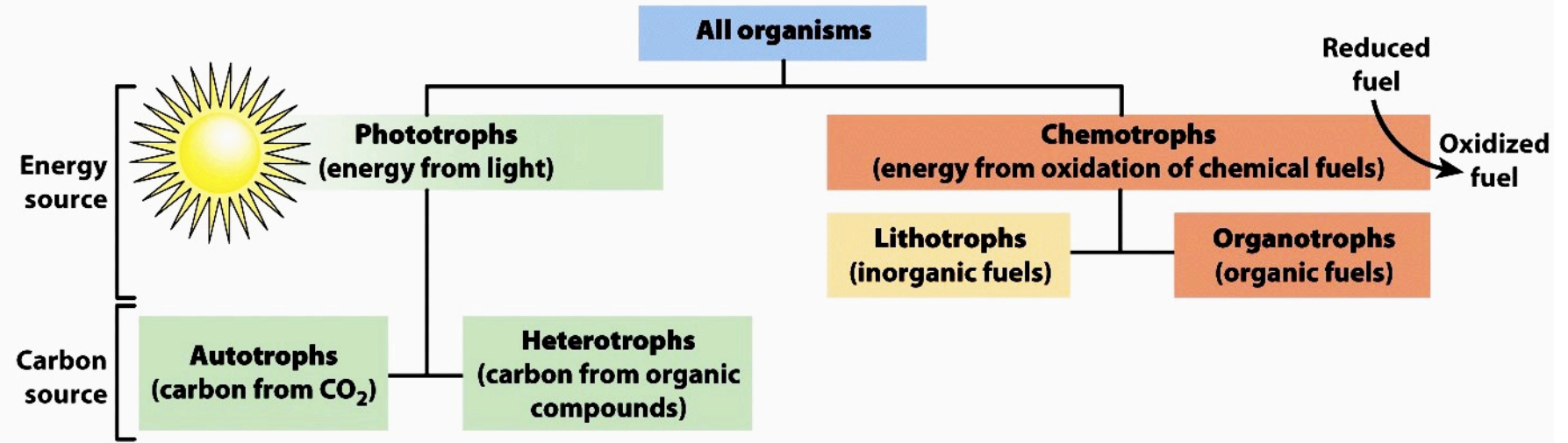
Subconjunto de reacciones metabólicas relacionado con la generación, almacenamiento y producción de la energía química necesaria para el crecimiento, mantenimiento y reproducción de los seres vivos

Cartagena99

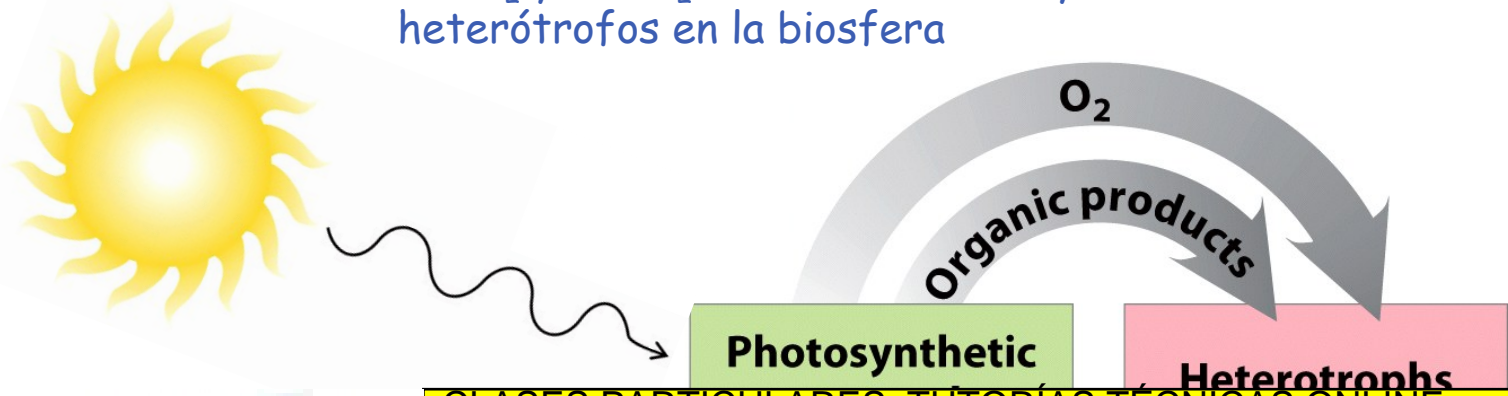
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NH₃



Ciclo del CO₂ y del O₂ entre autótrofos y heterótrofos en la biosfera



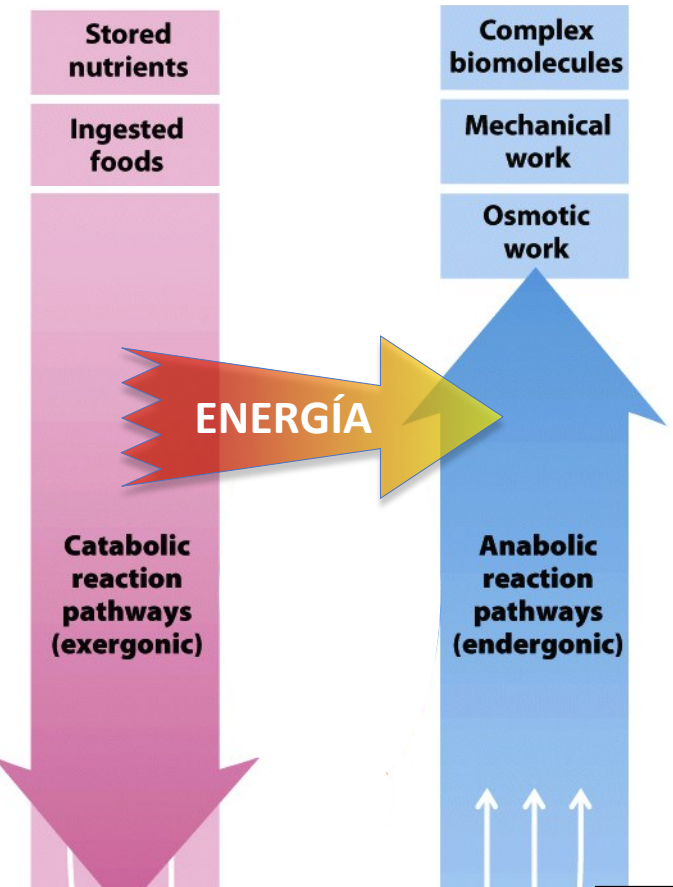
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

4 x 10¹¹ Tm de C/año

En la mayoría de los organismos, la **OXIDACIÓN DE NUTRIENTES orgánicos** es la fuente de energía



Potenciales estándar de reducción de algunas reacciones bioquímicas

Half-Reaction	\mathcal{E}° (V)
$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	0.815
$\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	0.48
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	0.42
Cytochrome a_3 (Fe^{3+}) + $e^- \rightleftharpoons$ cytochrome a_3 (Fe^{2+})	0.385
$\text{O}_2(g) + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0.295
Cytochrome a (Fe^{3+}) + $e^- \rightleftharpoons$ cytochrome a (Fe^{2+})	0.29
Cytochrome c (Fe^{3+}) + $e^- \rightleftharpoons$ cytochrome c (Fe^{2+})	0.235
Cytochrome c_1 (Fe^{3+}) + $e^- \rightleftharpoons$ cytochrome c_1 (Fe^{2+})	0.22
Cytochrome b (Fe^{3+}) + $e^- \rightleftharpoons$ cytochrome b (Fe^{2+}) (mitochondrial)	0.077
Ubiquinone + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ ubiquinol	0.045
Fumarate $^-$ + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ succinate $^-$	0.031
FAD + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ FADH $_2$ (in flavoproteins)	~0.
Oxaloacetate $^-$ + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ malate $^-$	-0.166
Pyruvate $^-$ + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ lactate $^-$	-0.185
Acetaldehyde + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ ethanol	-0.197
FAD + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ FADH $_2$ (free coenzyme)	-0.219
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$	-0.23
Lipoic acid + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons$ dihydrolipoic acid	-0.29
$\text{NAD}^+ + \text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{NADH}$	-0.315
$\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{NADPH}$	-0.320
Cystine + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2$ cysteine	-0.340
Acetoacetate $^-$ + $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \beta$ -hydroxybutyrate $^-$	-0.346
$\text{H}^+ + e^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2$	-0.421

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



n = 1 glucosa

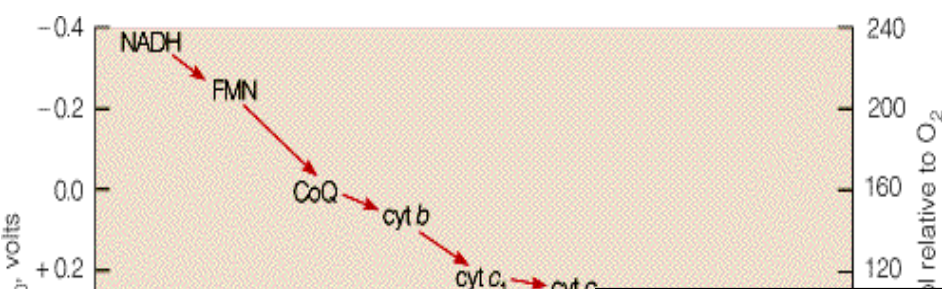
n >> 1 celulosa

$$\Delta G^\circ = -2870 \text{ kJ/mol}$$



Estados de oxidación del Carbono

Compound	Formula	Oxidation Number
Carbon dioxide	O=C=O	4 (most oxidized)
Acetic acid	$H_3C-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$	3
Carbon monoxide	:C≡O:	2
Formic acid	$H-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$	2
Acetone	$H_3C-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow CH_3 \end{matrix}$	2
Acetaldehyde	$H_3C-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$	1
Formaldehyde	$H-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$	0
Acetylene	HC≡CH	-1
Ethanol	$H_3C-C \begin{matrix} \nearrow H \\ \searrow OH \\ \text{H} \end{matrix}$	-1
Ethene	$H_2C=C \begin{matrix} \nearrow H \\ \searrow H \\ \text{H} \end{matrix}$	-2

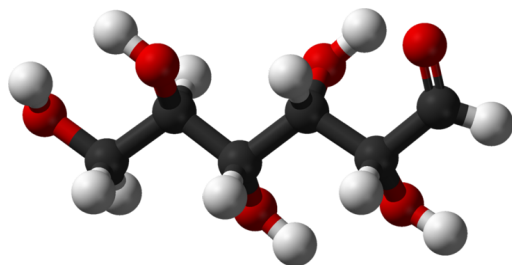
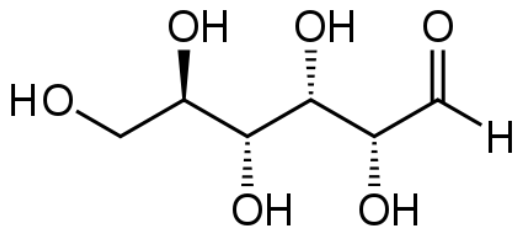


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

HIDRATOS DE CARBONO (C_nH_{2n}O_n)



Glucosa

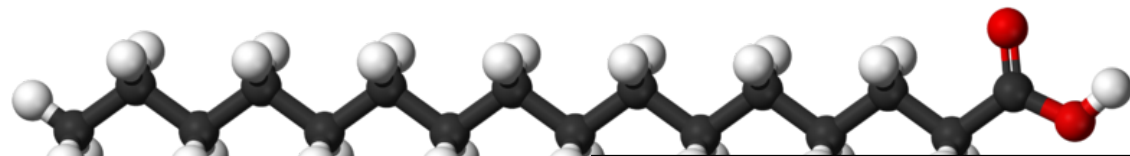
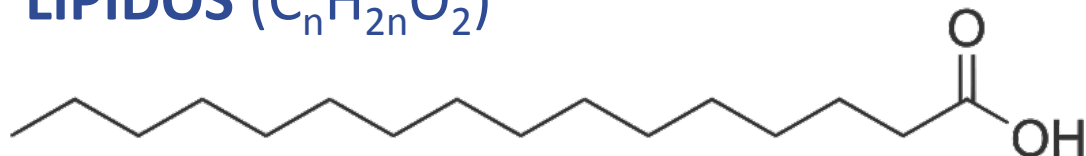


$$\text{Cociente respiratorio (CR)} = \frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = 1$$

ΔG°

-3.8 Kcal/g

LÍPIDOS (C_nH_{2n}O₂)



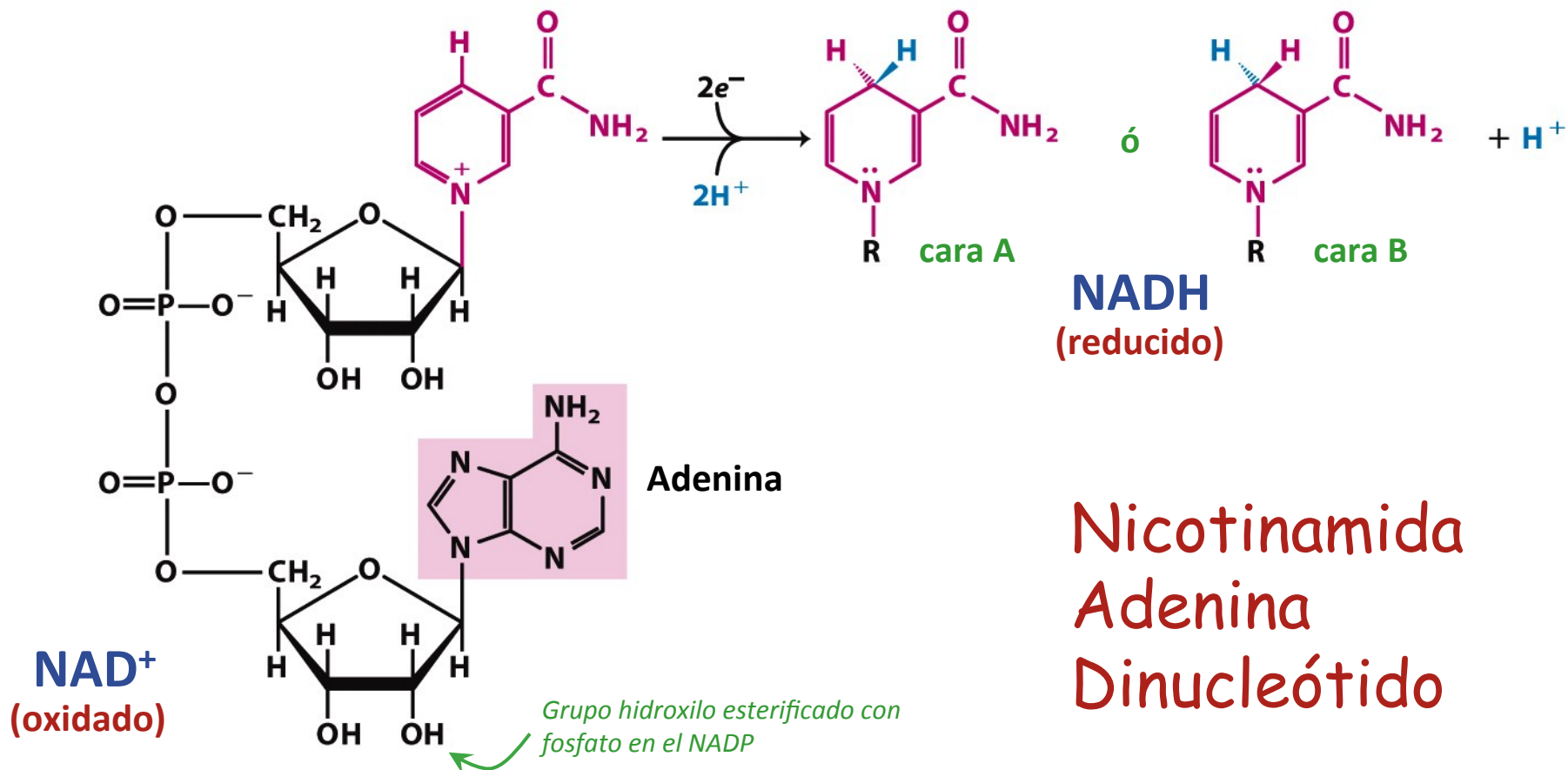
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

$$\text{Cociente respiratorio (CR)} = \frac{16\text{CO}_2}{23\text{O}_2} = 0.7$$

Coenzimas para el Transporte de Electrones



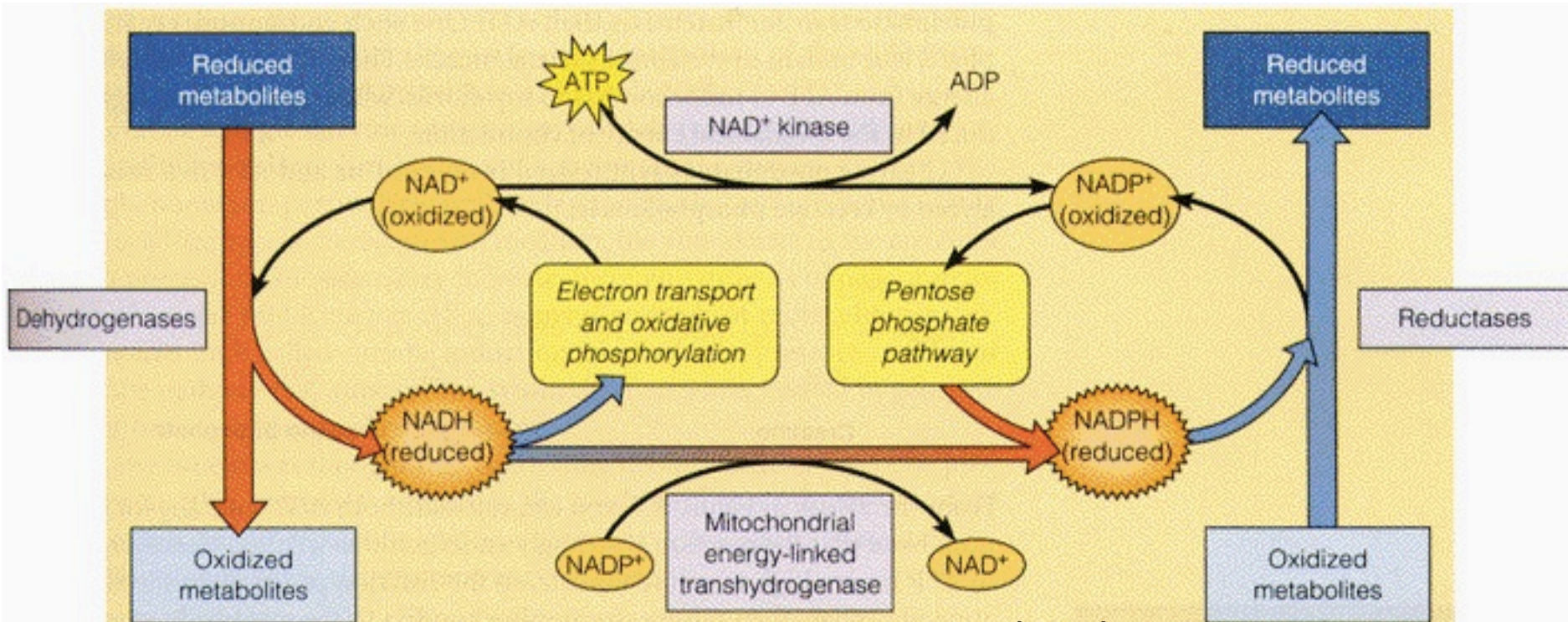
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Coenzimas para el Transporte de Electrones

Nucleótidos de Nicotinamida en el Catabolismo y en el Anabolismo



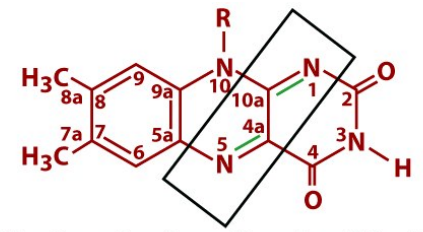
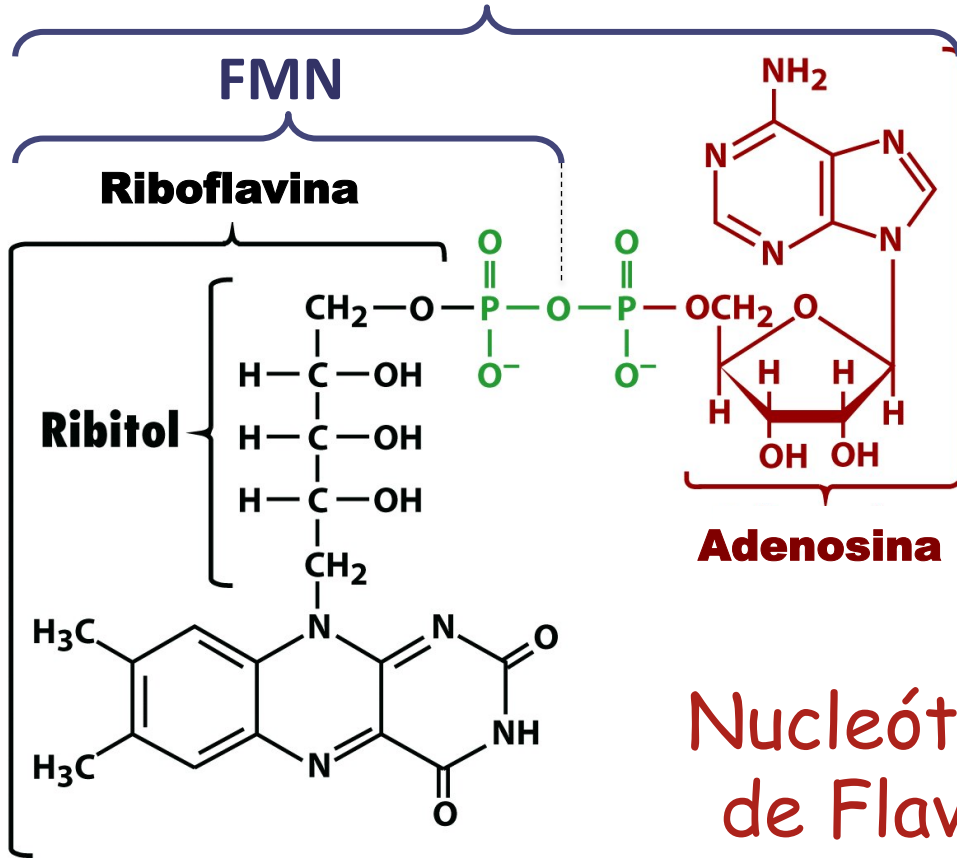
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

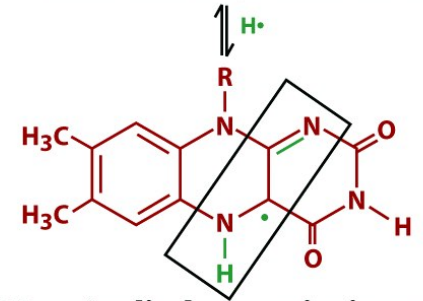
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Coenzimas para el Transporte de Electrones

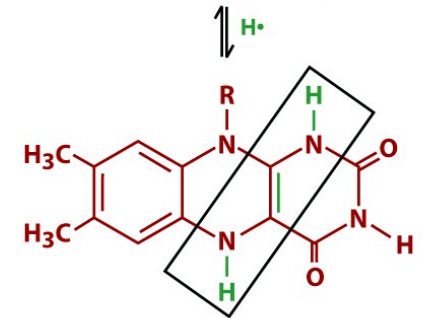
FAD



Flavin adenine dinucleotide (FAD)
(oxidized or quinone form)



FADH· (radical or semiquinone form)



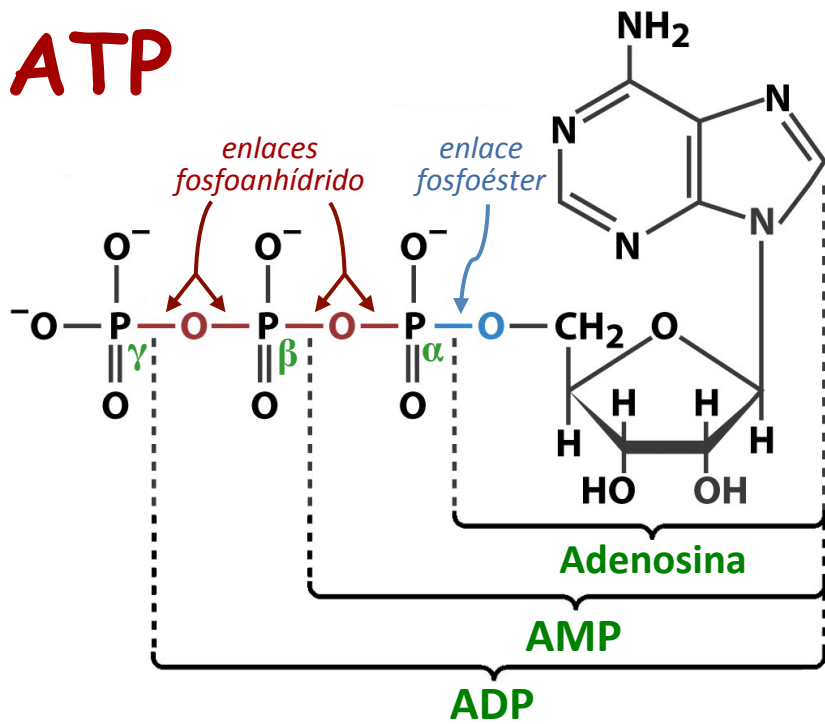
FADH₂ (reduced or hydroquinone form)

Cartagena99

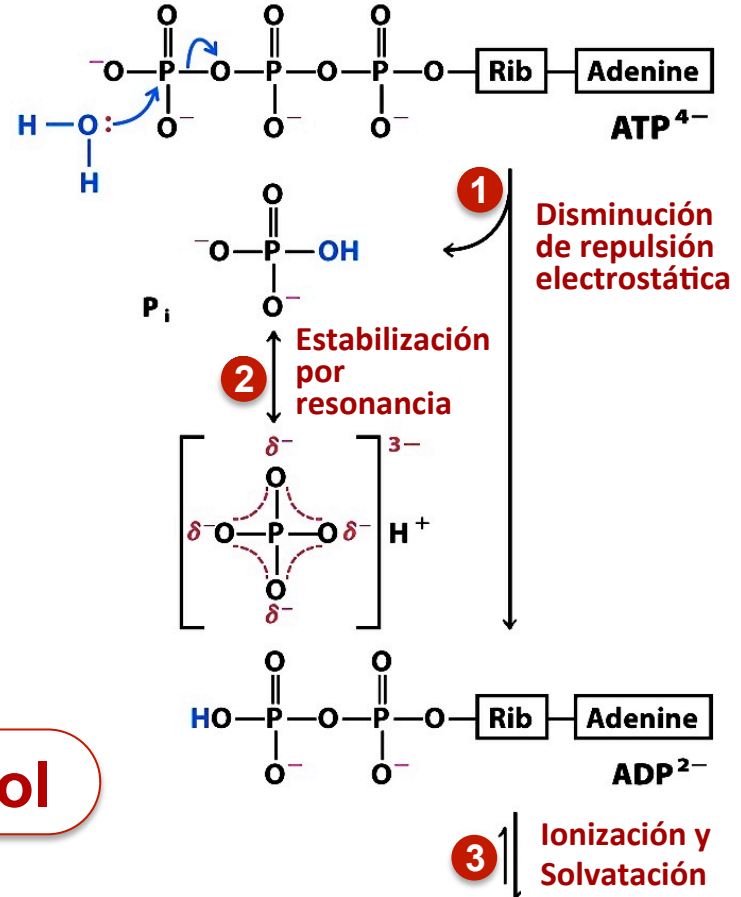
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ATP



La "moneda de energía libre" para las transacciones energéticas del metabolismo

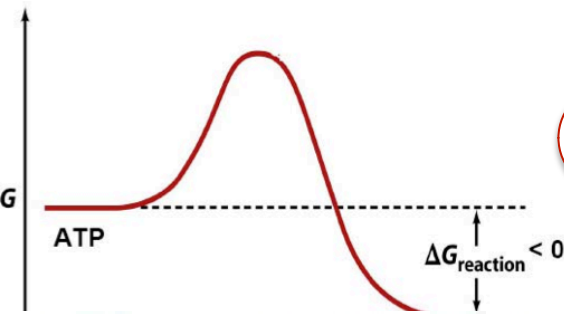


$$\Delta G^{\circ} = -30,5 \text{ kJ/mol}$$



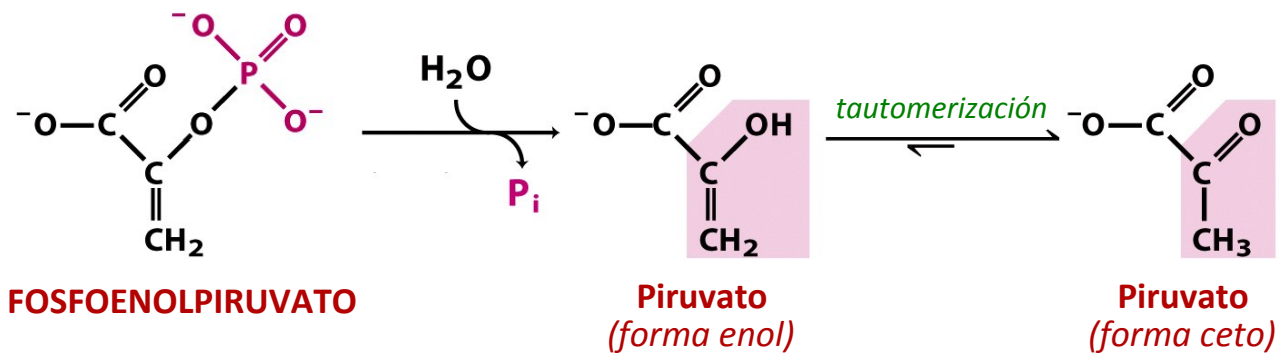
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Cartagena99

- El ATP tiene una **elevada tendencia a transferir sus fosforilos al H₂O** (o a otros grupos OH dispuestos a recibirlos)
- Otros compuestos fosforilados tienen una tendencia incluso mayor ...



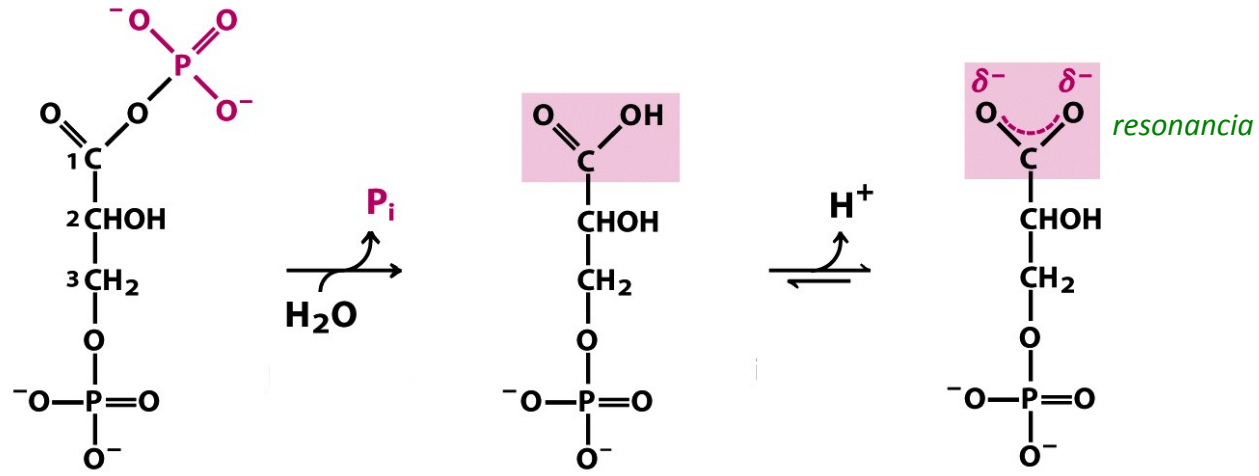
ΔG°

-61,9 kJ/mol

FOSFOENOLPIRUVATO

Piruvato
(forma enol)

Piruvato
(forma ceto)



-49,3 kJ/mol

1,3-BIFOSFOGLICERATO

Ác. 3-fosfoglicérico

3-fosfoglicerato



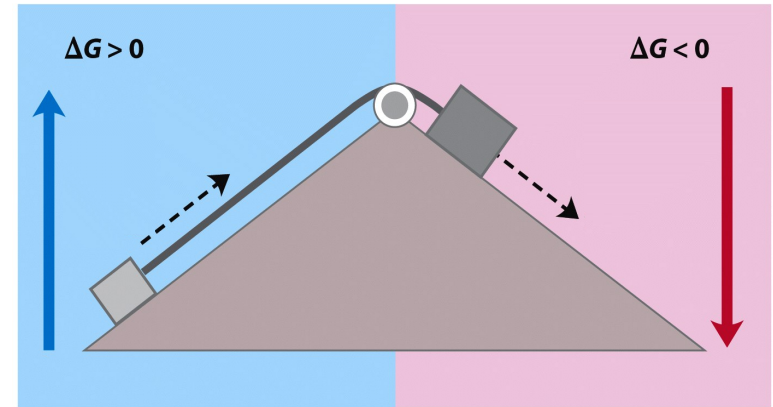
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Energías libres de hidrólisis de compuestos fosforilados de interés metabólico

Compound	$\Delta G^{\circ'}$ (kJ·mol ⁻¹)
Phosphoenolpyruvate	-61.9
1,3-Bisphosphoglycerate	-49.4
Acetyl phosphate	-43.1
Phosphocreatine	-43.1
ATP (→ ADP + P_i)	-30.5
Glucose-1-phosphate	-20.9
PP _i	-19.2
Fructose-6-phosphate	-13.8
Glucose-6-phosphate	-13.8
Glycerol-3-phosphate	-9.2

Acoplamiento de Reacciones Químicas



Endergonic

Exergonic

Una reacción endergónica es posible si se acopla con otra suficientemente exergónica

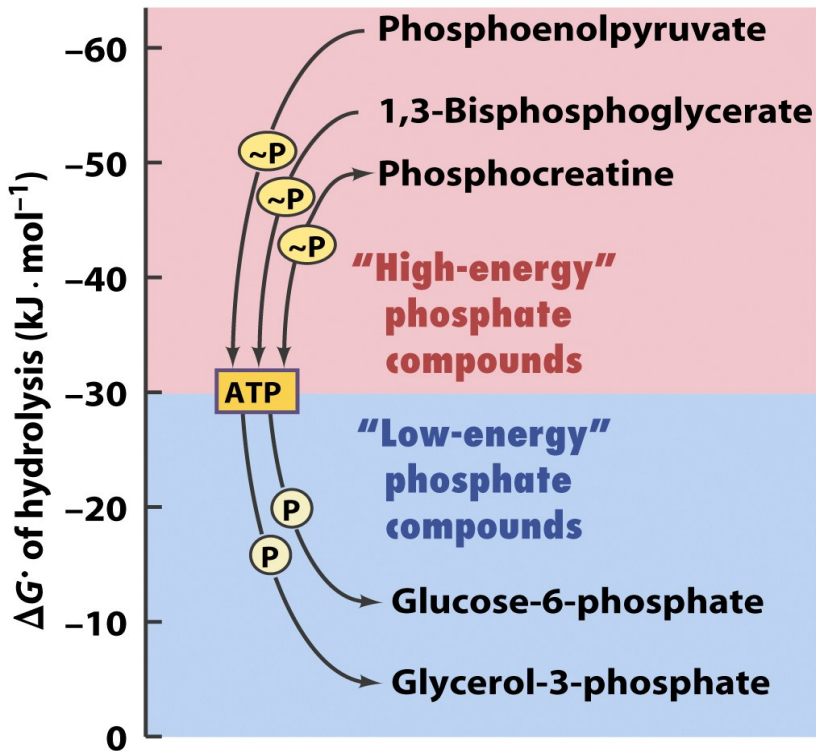


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Transferencia directa del fosforo entre un dador y un receptor sin intervención del agua.



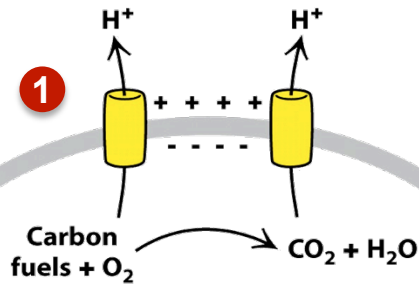
EL ATP tiene un **Potencial de Transferencia de Fosfatos** intermedio, acorde con su papel de moneda de energía libre.

El ATP puede fosforilar a otros sustratos ...

ó se puede regenerar, desde el ADP, por otros compuestos fosforilados de mayor energía

	$\Delta G^{\circ'}$ (kJ/mol)
$PEP + H_2O \rightleftharpoons Piruvato + P_i$	-61.9
$ADP + P_i \rightleftharpoons ATP + H_2O$	+30.5
$PEP + ADP \rightleftharpoons Piruvato + ATP$	-31.4

La mayor regeneración de ATP se produce, no por fosforilación a nivel de sustrato, sino por **Fosforilación Oxidativa** (o por **fotofosforilación**).



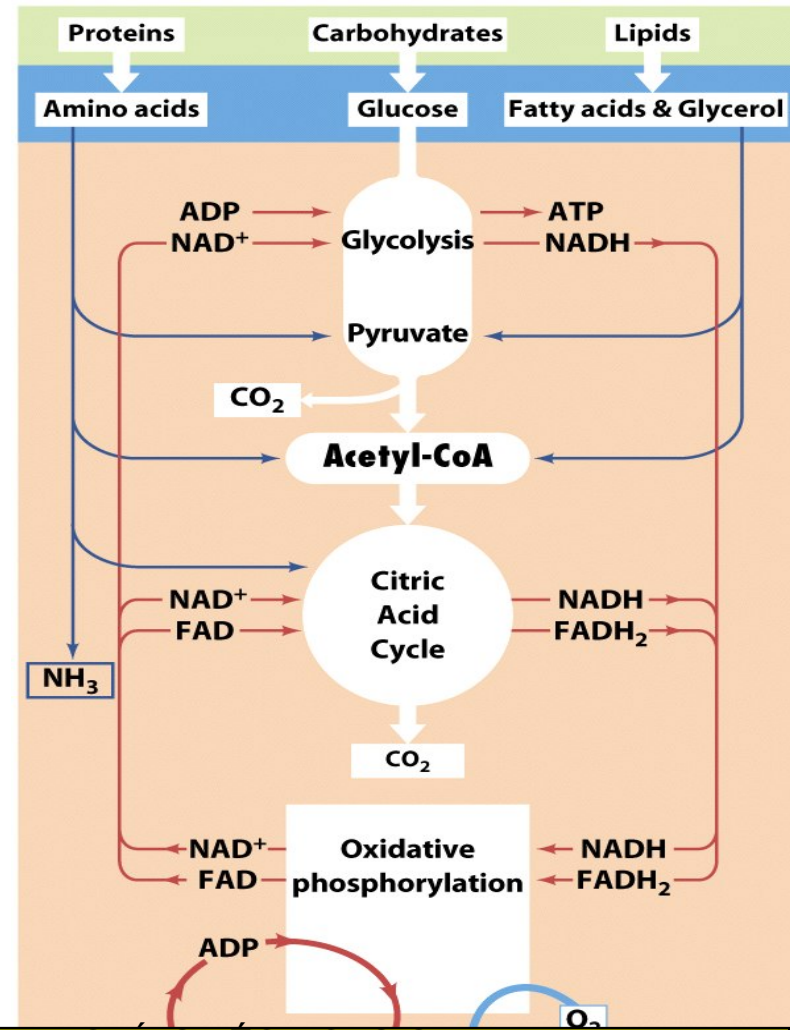
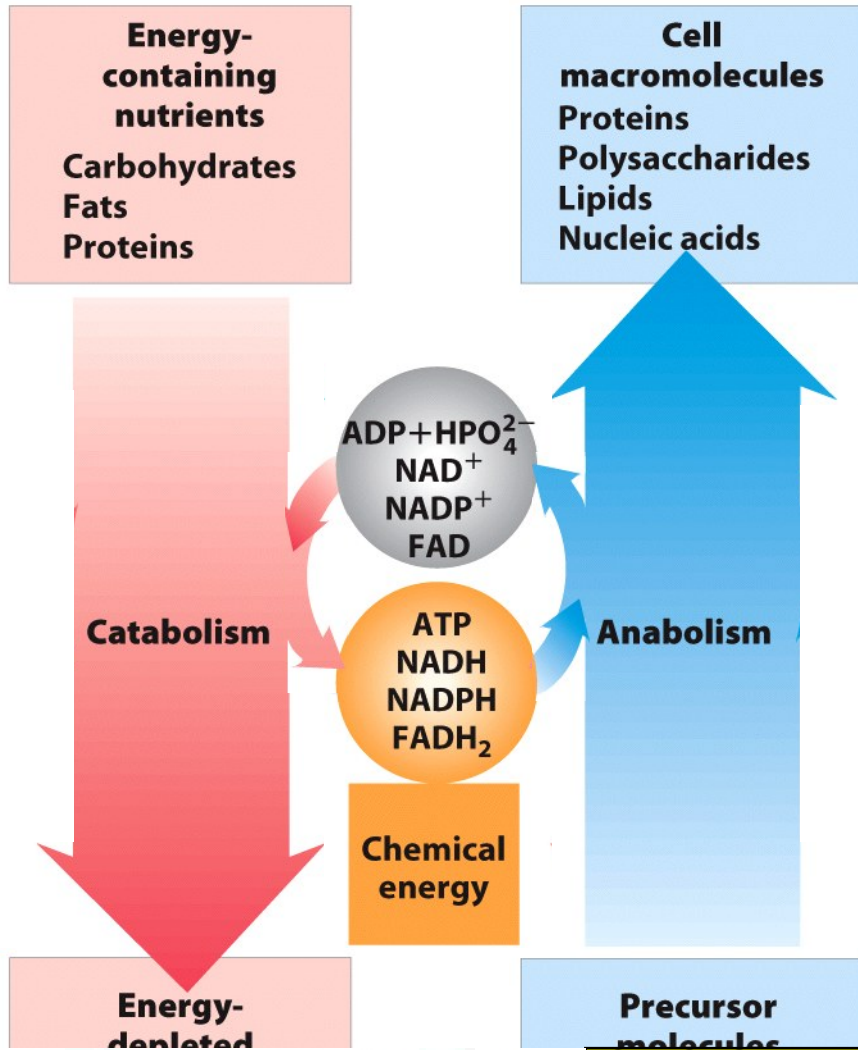
1 Generación de un gradiente de protones, mediante bombeo hacia el exterior de la membrana, propiciado por la oxidación de combustibles carbonados.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

CATABOLISMO



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

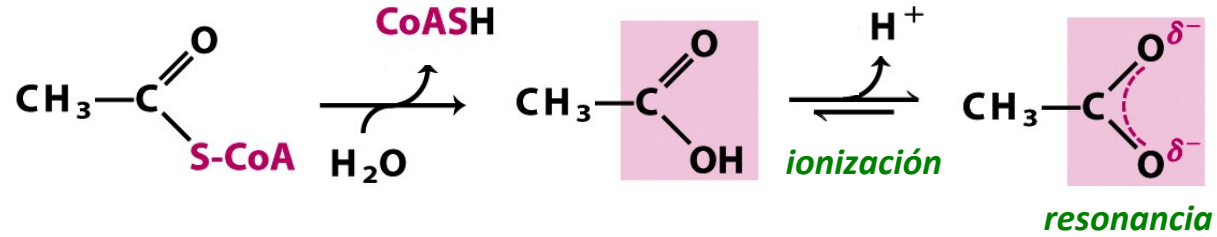
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

nutrientes convergen en el Acetil-CoA:

carbones unidos al Coenzima A

Acetilo



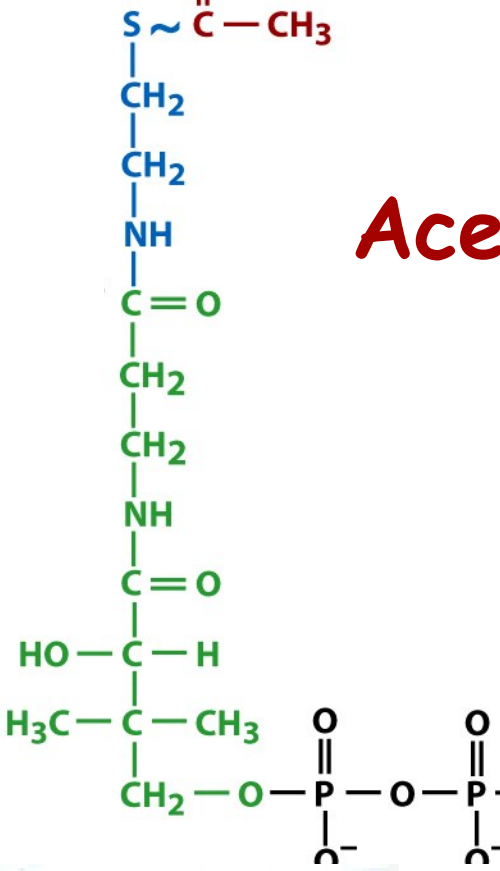
Acetil-CoA

Acetil-CoA → Acetato + CoA

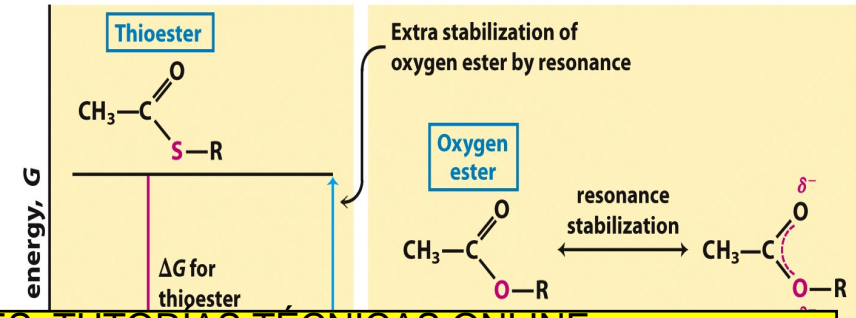
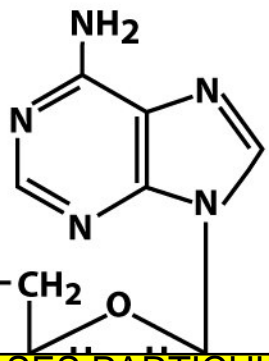
$$\Delta G^\circ = -31,4 \text{ kJ/mol}$$

β-mercapto-etilamina

Ác. pantoténico



Adenosina-3'-fosfato



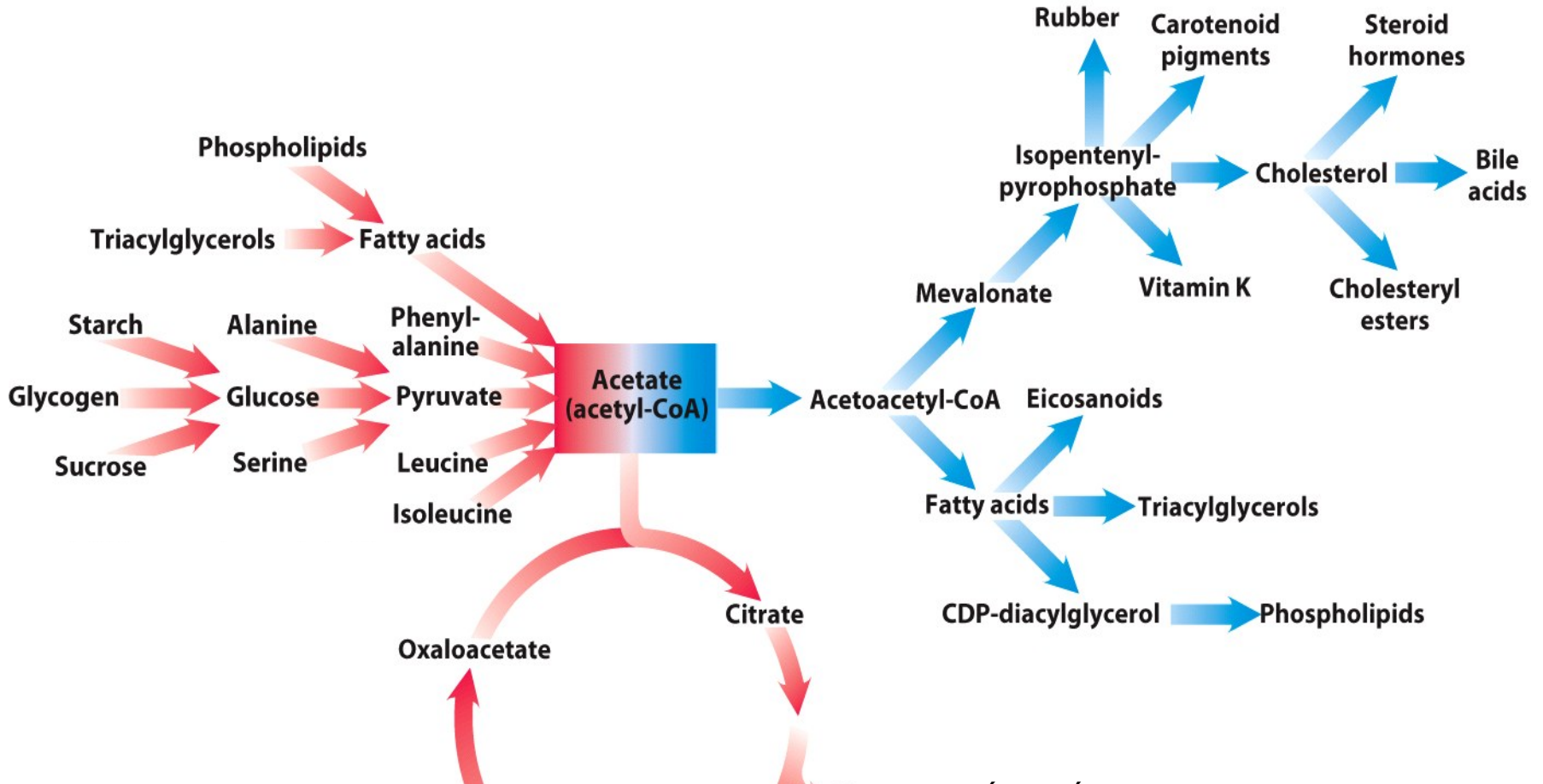
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Catabolismo (convergente)

Anabolismo (divergente)



Cartagena99

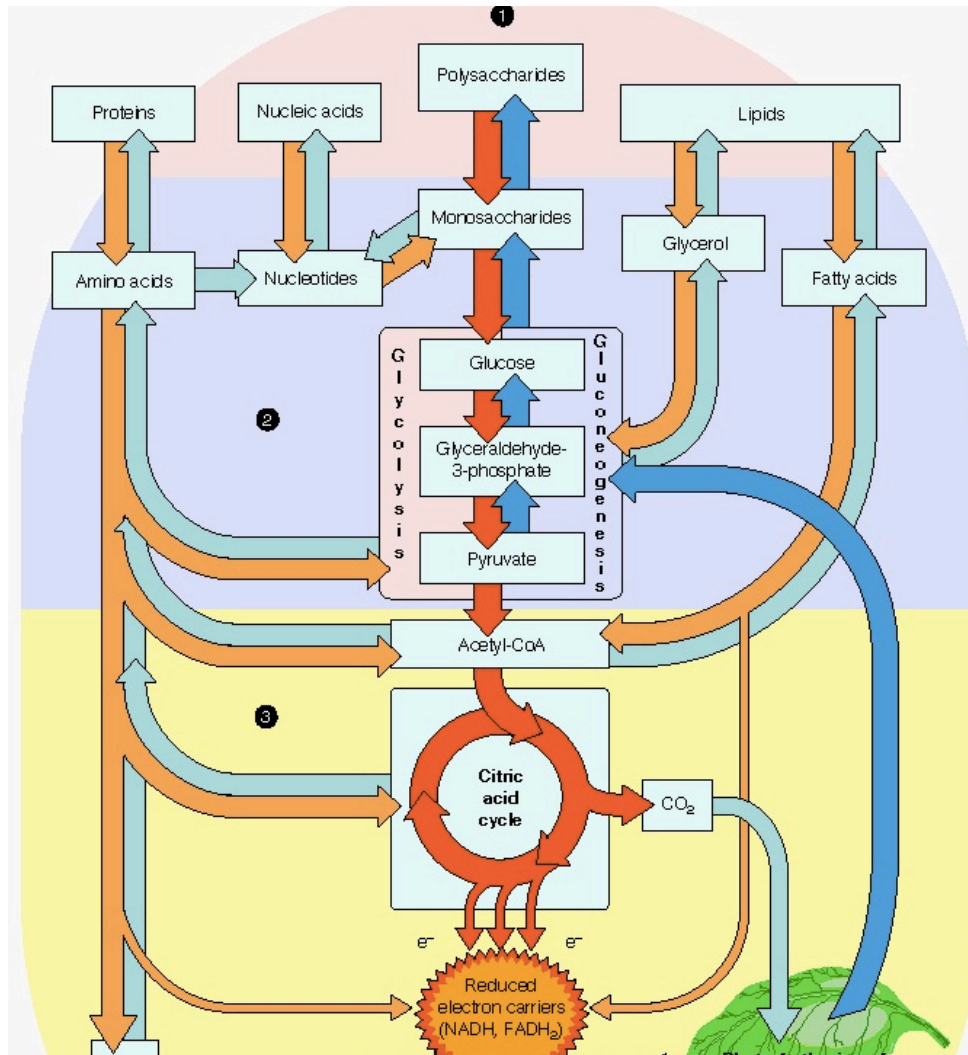
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Rutas cíclicas

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



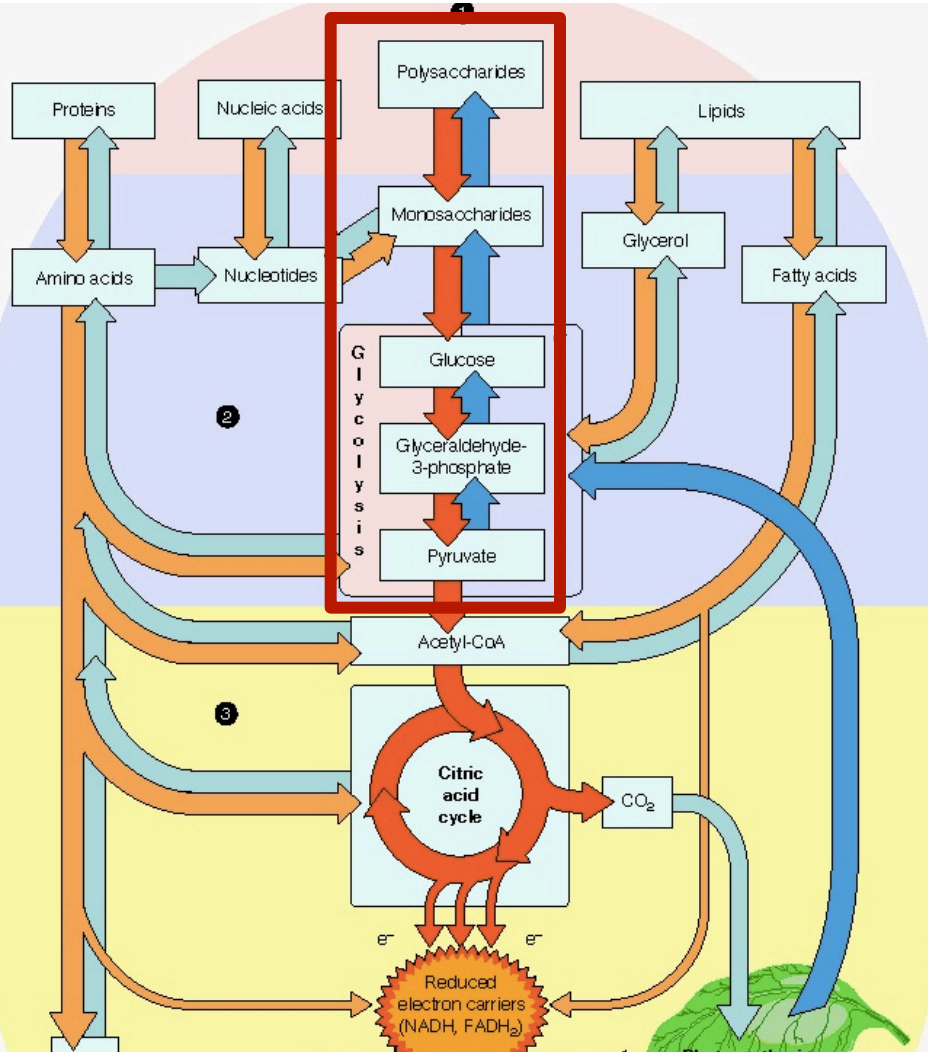
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

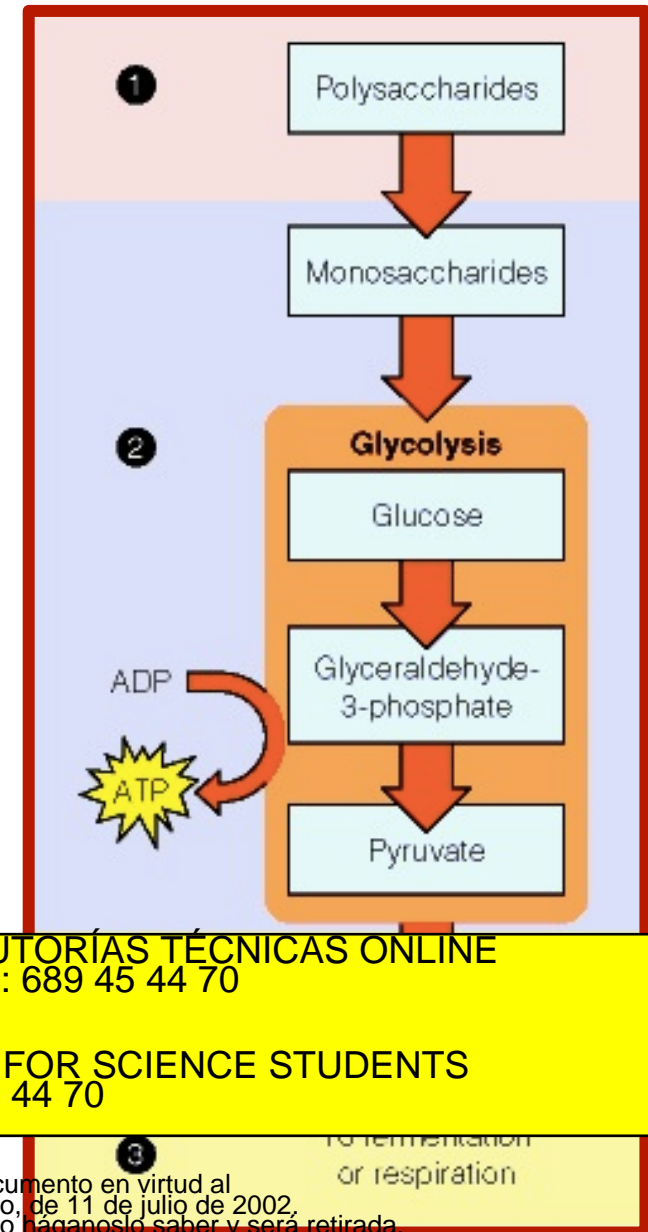
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Anabolic electron carriers (NADH, FADH_2)

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



Catabolismo de los Hidratos de Carbono: Glucolisis

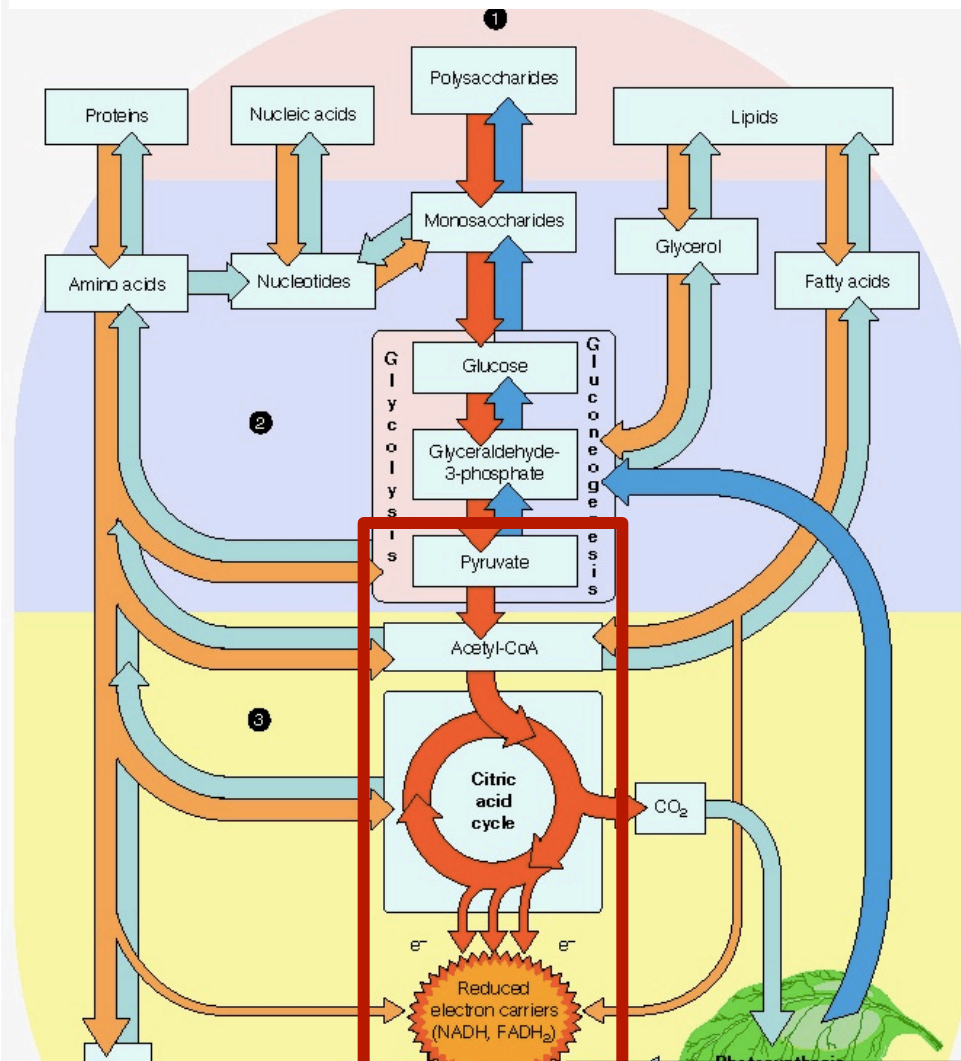


Cartagena99

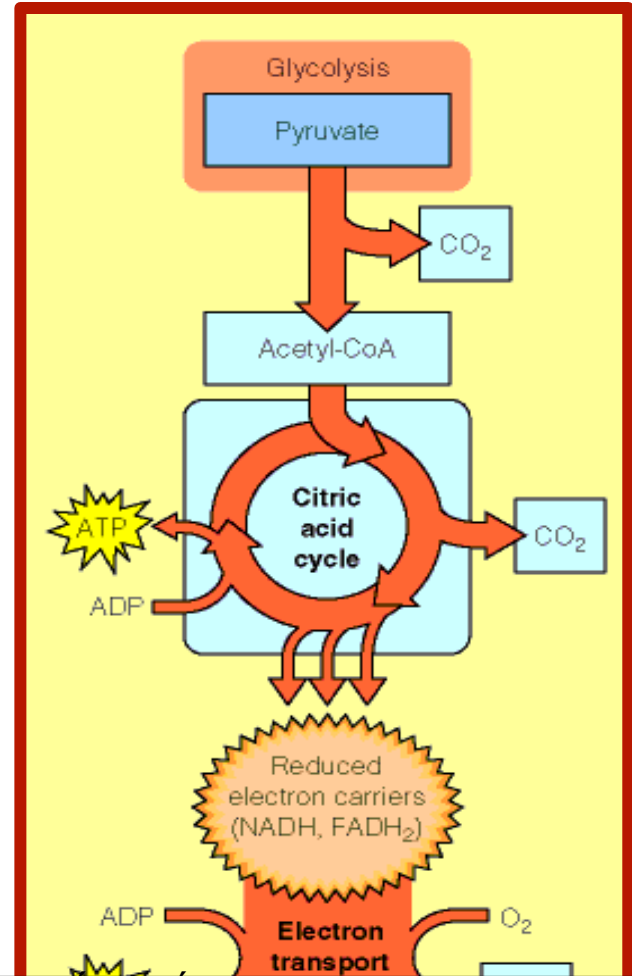
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



Ciclo de Krebs y Fosforilación Oxidativa

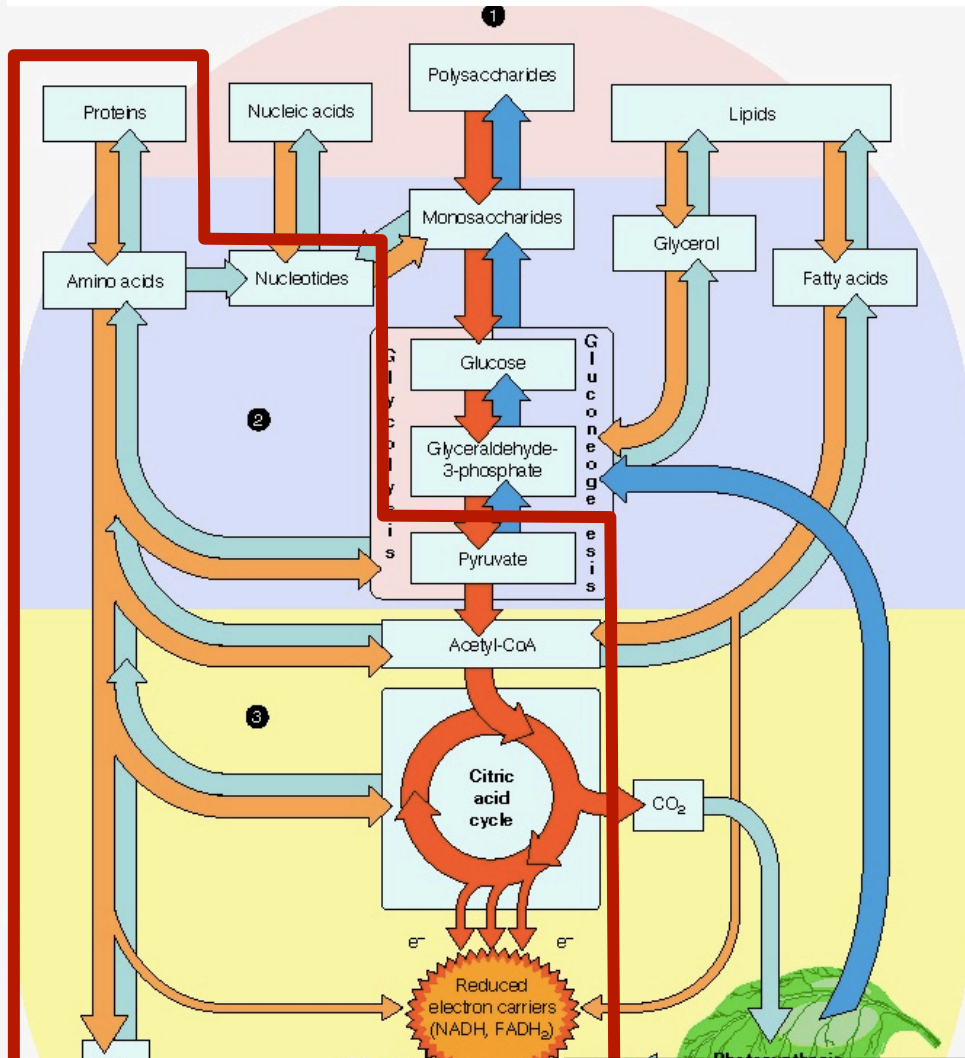


Cartagena99

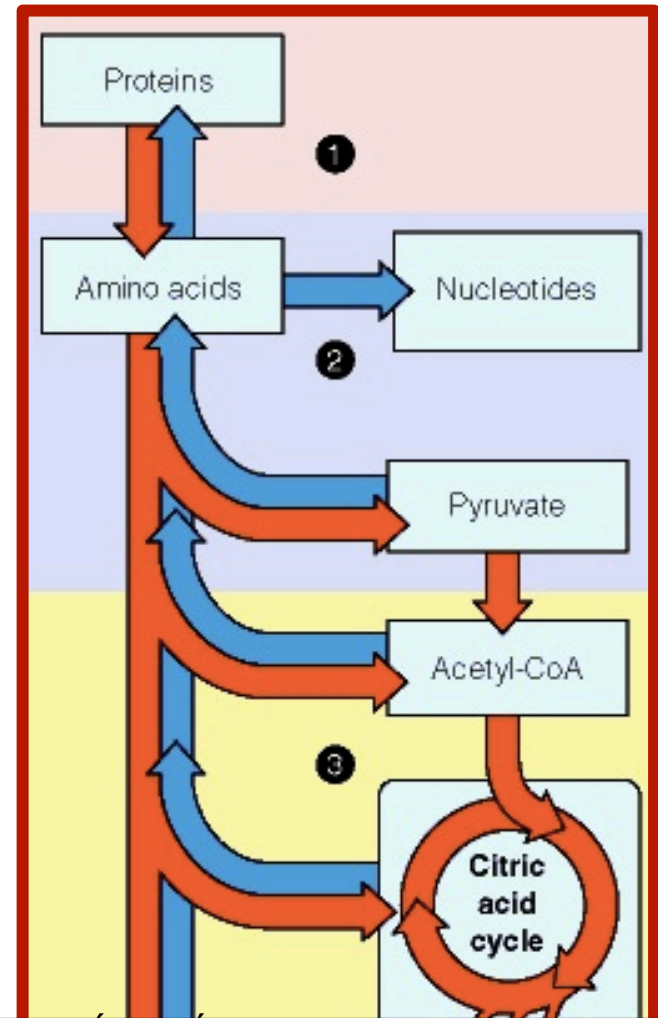
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



Metabolismo de aminoácidos y nucleóidos

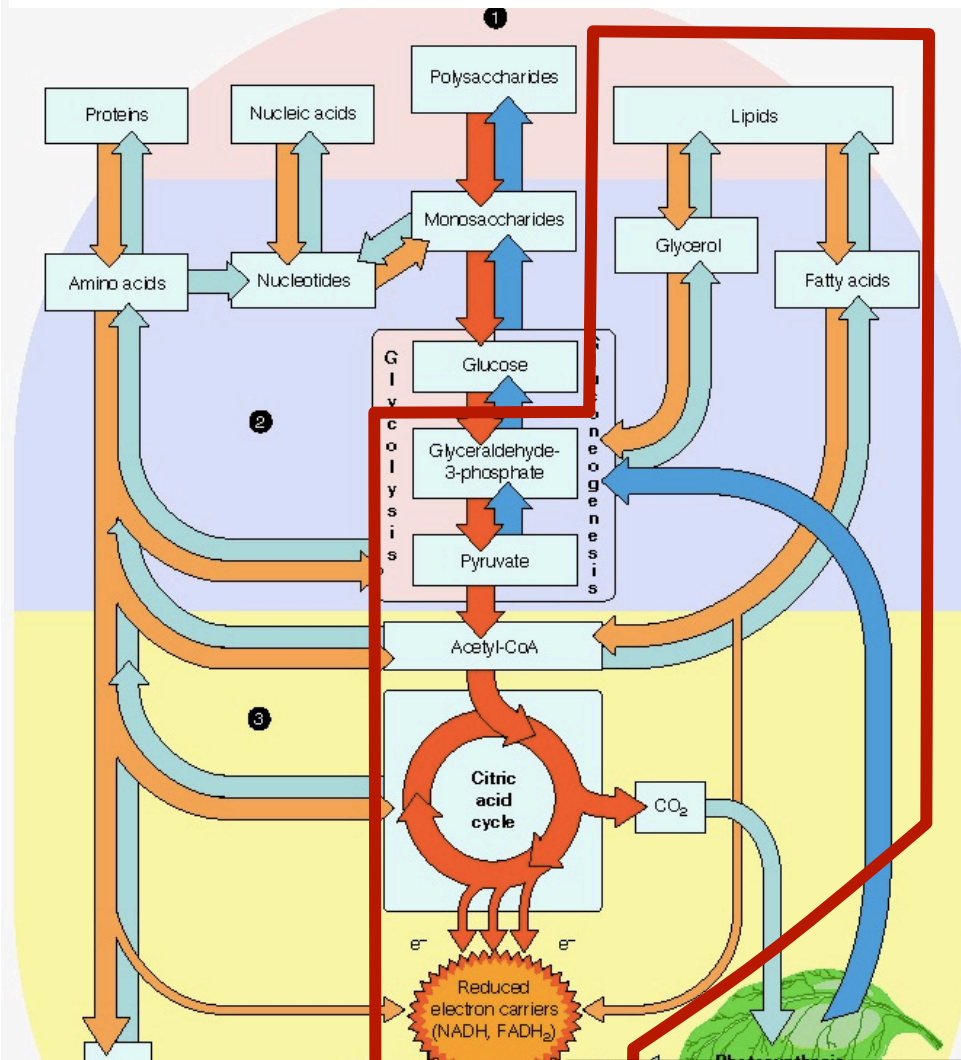


Cartagena99

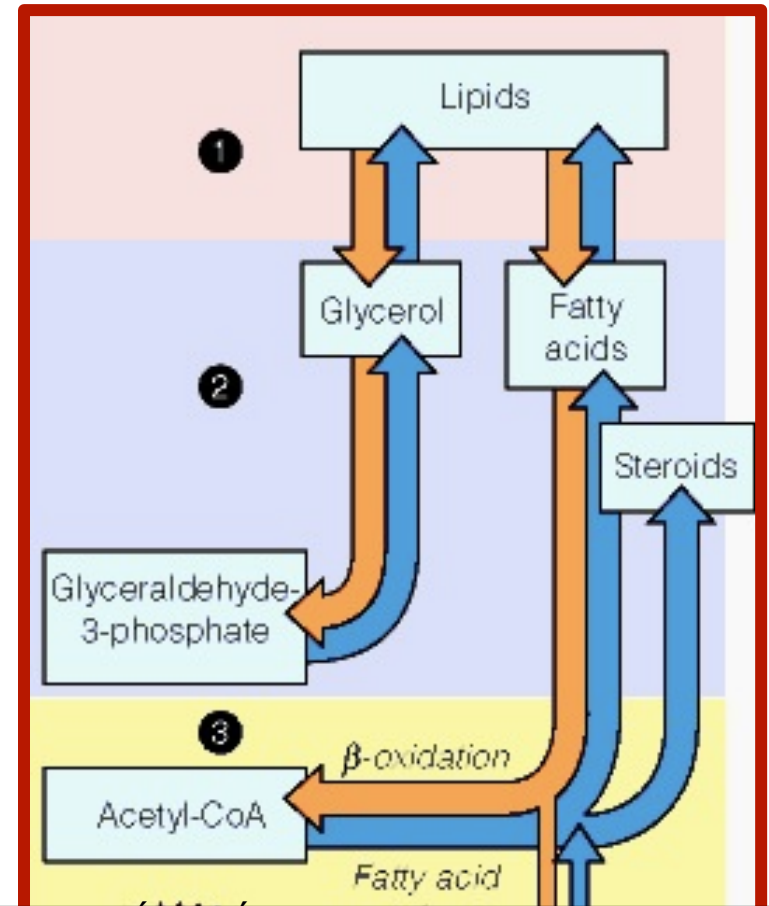
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



Metabolismo de lípidos y esteroides

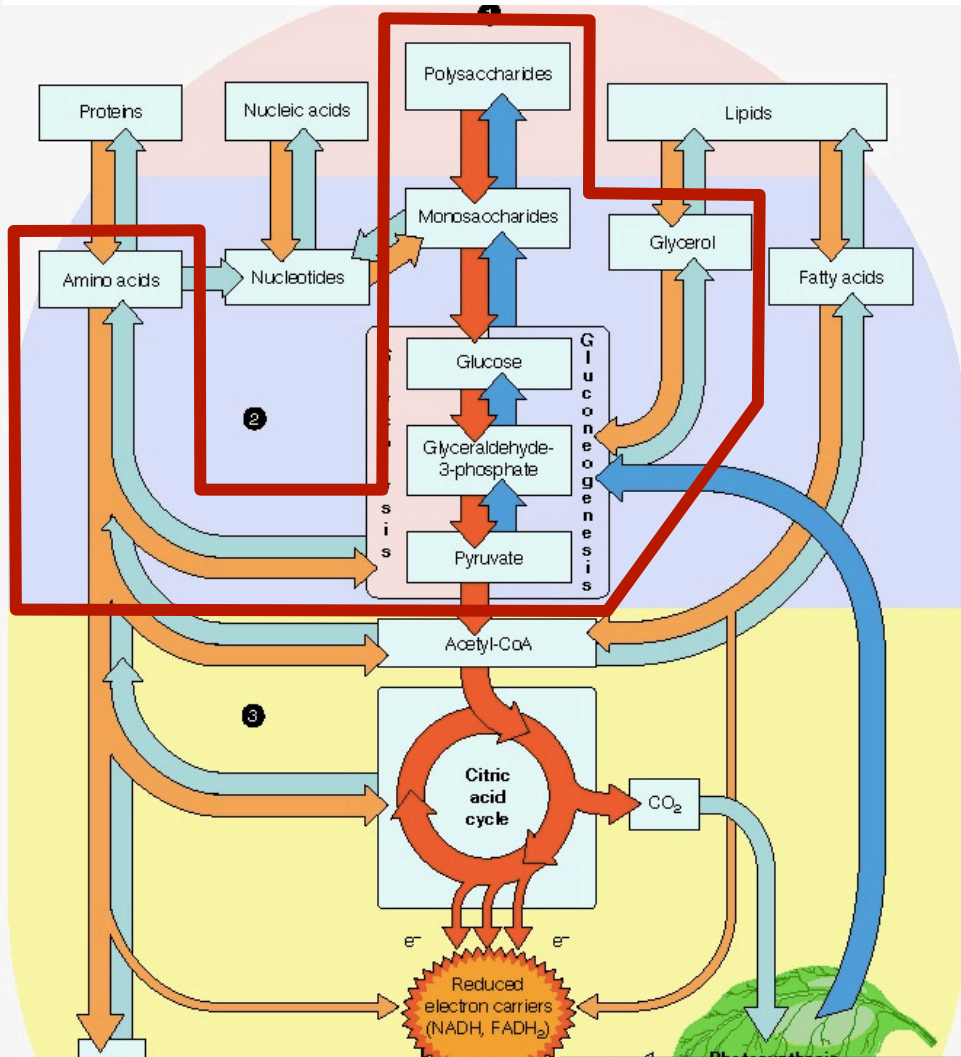


Cartagena99

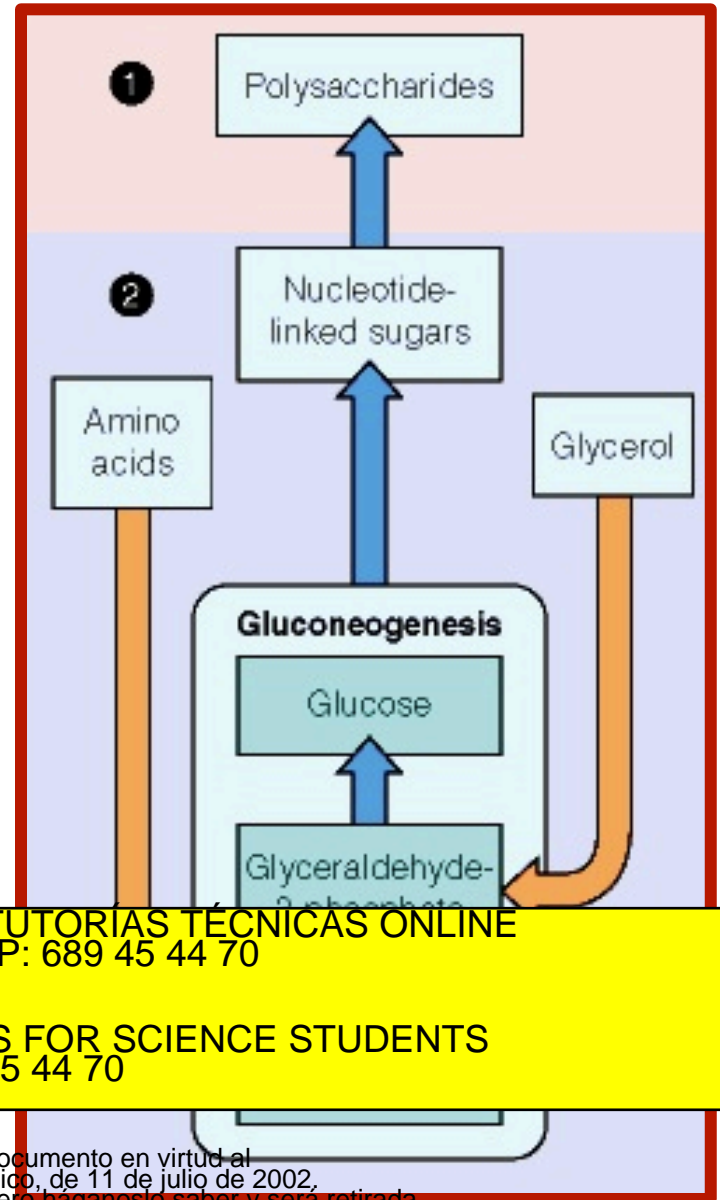
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

VISIÓN GENERAL DEL METABOLISMO



Anabolismo de los Hidratos de Carbono



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

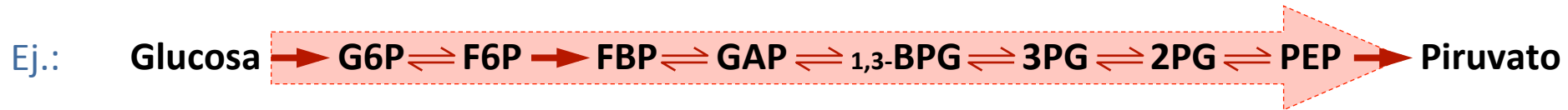
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

REGULACIÓN DEL METABOLISMO. Conceptos esenciales

Rutas Catabólicas ≠ Rutas Anabólicas (compartición de intermediarios)



Direccionalidad de las rutas (etapas exergónicas, $\Delta G < 0$)



Acumulación de sustratos en las etapas irreversibles ($\Delta G \ll 0$)

$$\Delta G = \Delta G^{\circ'} + RT \ln \frac{[\text{Productos}]}{[\text{Sustratos}]}$$

Enzimas saturadas $\Rightarrow v \neq f([\text{Sustrato}])$

En etapas reversibles, $[\text{Sustrato}] < K_M$

Etapas limitantes de la velocidad \Rightarrow Regulación del flujo en la Ruta

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Control de las actividades enzimáticas

(alargamiento, modificación covalente)

Compartimentación celular

Mitocondria: Ciclo de Krebs, transporte electrónico, fosforilación oxidativa, oxidación de ácidos grasos, catabolismo de aminoácidos, síntesis de urea

Flagelo

Peroxisoma:
Oxidación por O_2 molecular. Eliminación de H_2O_2 y radicales

Centriolos

Núcleo: Replicación del DNA. Síntesis de tRNA y mRNA

Microflamentos

Cromatina

Nucleolo: Síntesis de rRNA

Microtúbulos

Retículo endoplásmico rugoso:
Síntesis de proteínas de membrana y de secreción

Lisosoma:
Almacenamiento y secreción de hidrolasas

Ribosomas:
Síntesis de proteínas

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Maduración y transporte de

retículo endoplásmico liso: Síntesis de lípidos de membrana y esteroides. Regulación del

REGULACIÓN HORMONAL

Homeostasis organismos multicelulares

Comunicación entre órganos

HORMONAS

señal al órgano/tejido diana

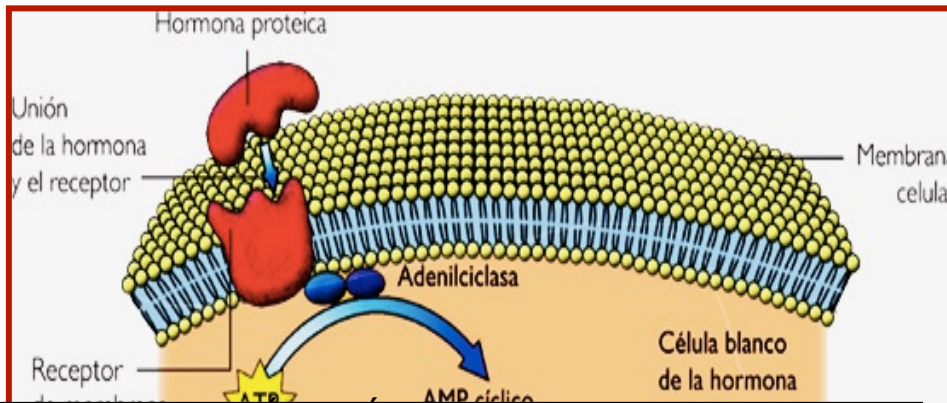
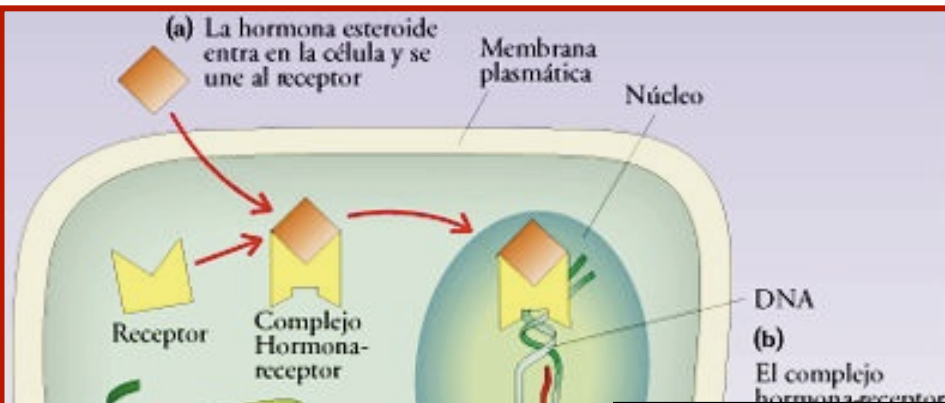
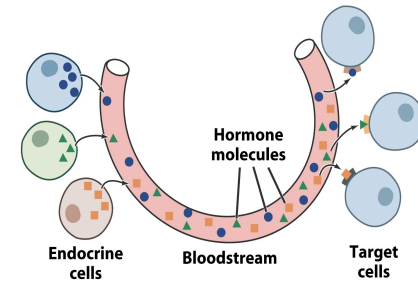
ENZIMAS REGULADORAS

Control de niveles enzimáticos

Control de actividades enzimáticas

Señalización nuclear

Señalización citosólica



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

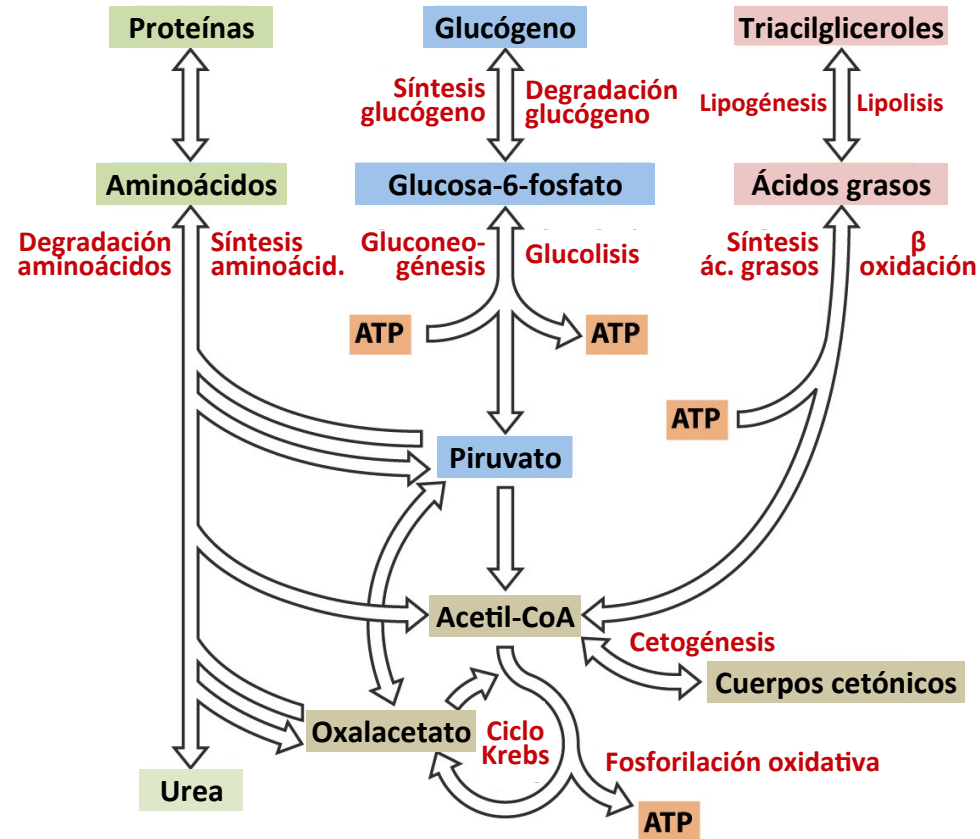
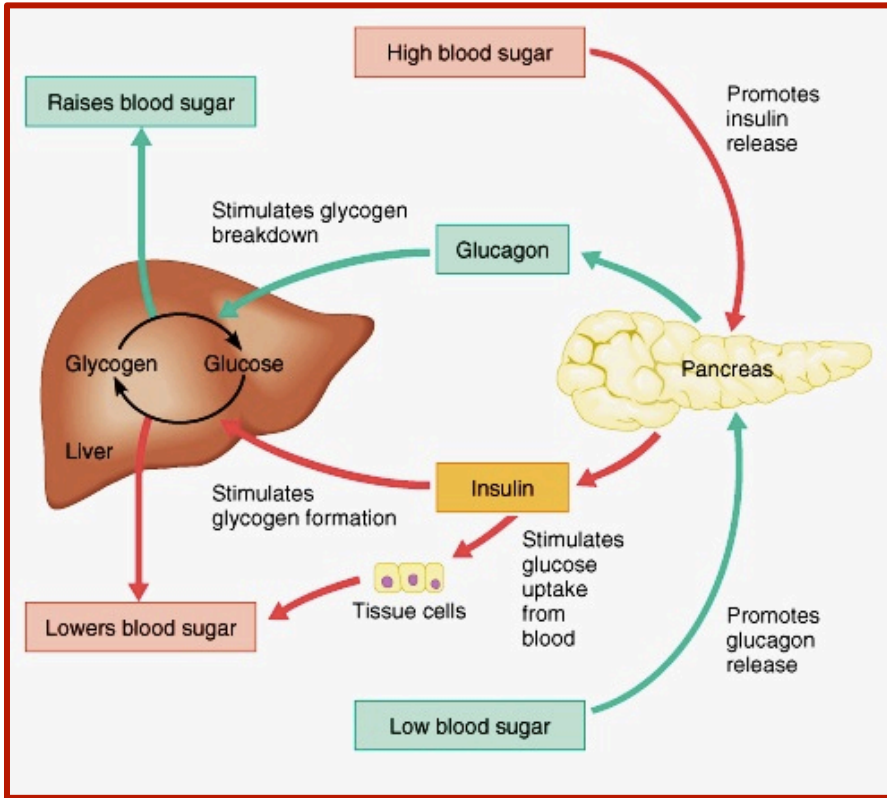
Cartagena99

(d) La nueva proteína (c) Traducción mRNA

por la hormona

Insulina vs Glucagón

Homeostasis de la Glucemia



Dos hormonas antagónicas

INSULINA

▲ Captación de glucosa (músculo y tej. Adiposo)

Cartagena99

▼ Gluconeogenesis (hígado)

GLUCAGÓN

▲ Liberación de glucosa hepática

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

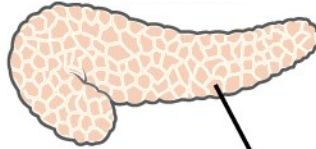
▲ Gluconeogénesis (hígado)

▲ Lipólisis (tej. Adiposo)

PAPEL METABÓLICO DE LOS TEJIDOS: División del trabajo bioquímico

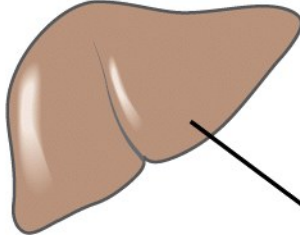
Secreta insulina y glucagón en respuesta a cambios en la concentración de glucosa sanguínea

Páncreas



Procesa grasas, hidratos de carbono y proteínas de la dieta; sintetiza y distribuye lípidos, cuerpos cetónicos y glucosa a otros tejidos; convierte el exceso de nitrógeno en urea.

Hígado

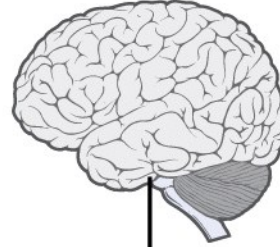


Transporta nutrientes desde el intestino al hígado.

Vena porta



Cerebro



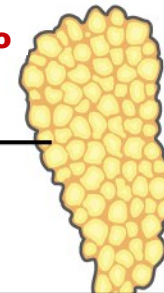
Mantiene potenciales de membrana mediante transporte activo de iones; integra estímulos del cuerpo y del entorno; envía señales a otros órganos.

Sistema linfático



Transporta lípidos desde el intestino al hígado.

Tejido adiposo



Sintetiza, almacena y moviliza triacilglicéridos.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

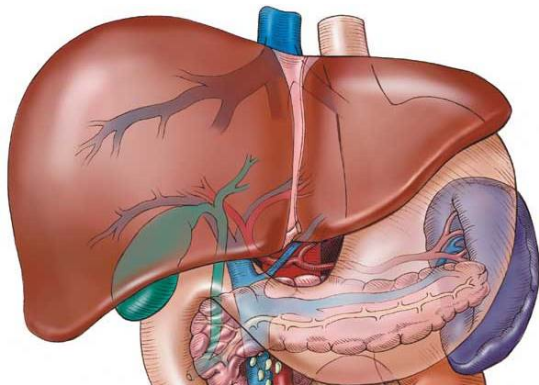
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Sistema linfático

Musculo esquelético

HÍGADO:

Central metabólica del organismo



Regula los niveles plasmáticos de distintos metabolitos para asegurar su adecuado suministro al cerebro, músculo y otros órganos.

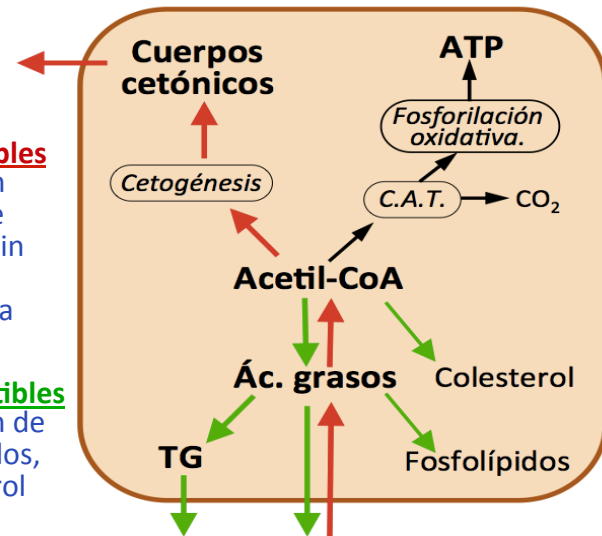
Regulador del metabolismo de Lípidos

Escasez de combustibles

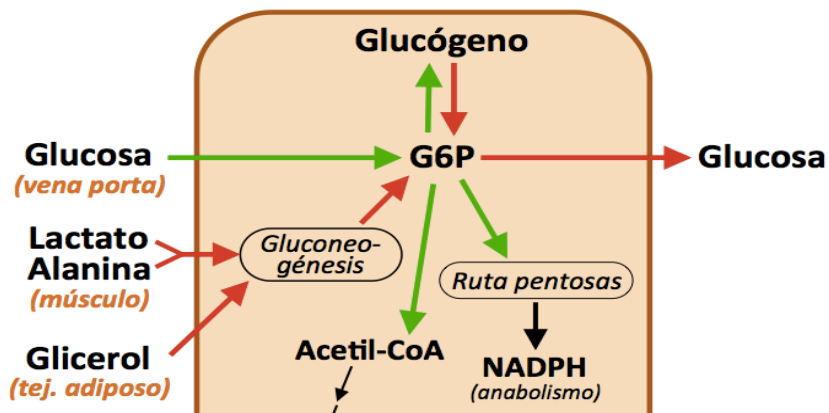
Síntesis y exportación (cerebro, músculo) de **Cuerpos Cetónicos**, sin consumo interno por carecer de transferasa

Abundancia combustibles

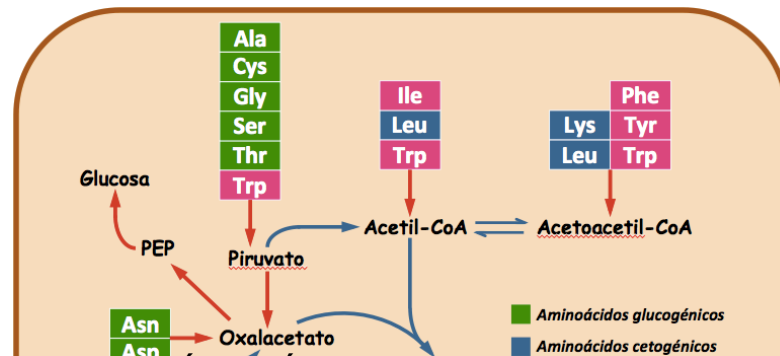
Síntesis y exportación de **Ác. Grasos**, Triglicéridos, Fosfolípidos, Colesterol



Hidratos de carbono: Regulador de la glucemia



Catabolismo de Aminoácidos: Oxidación a CO₂ y H₂O, Gluconeogénesis y Cetogénesis



Cartagena99

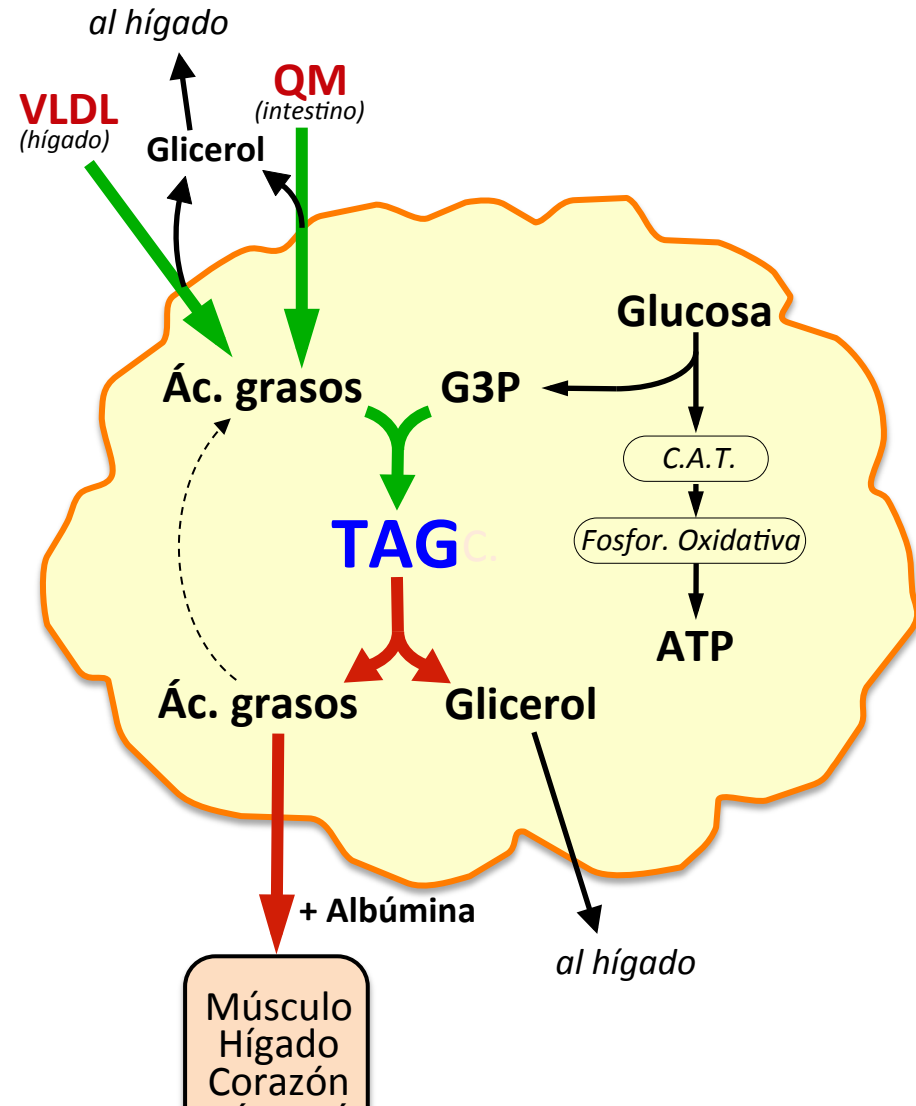
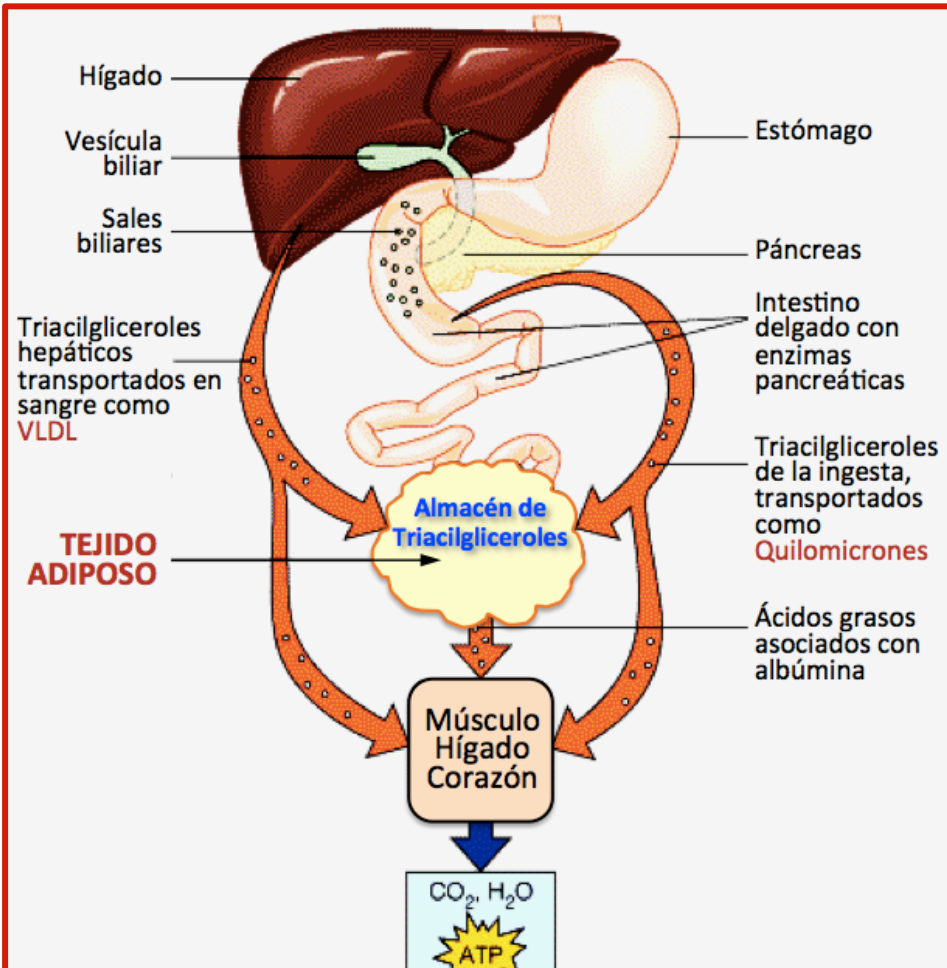
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

músculo, glicerol procedente del tejido adiposo, y

TEJIDO ADIPOSO:

Almacén de reserva energética



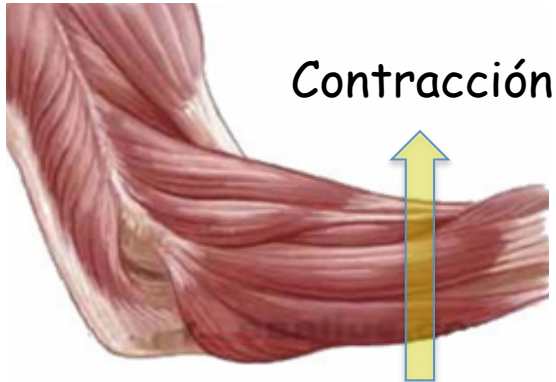
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

combustibles y liberándolos para su uso como fuente energética en situaciones de

MÚSCULO



Contracción



Productos

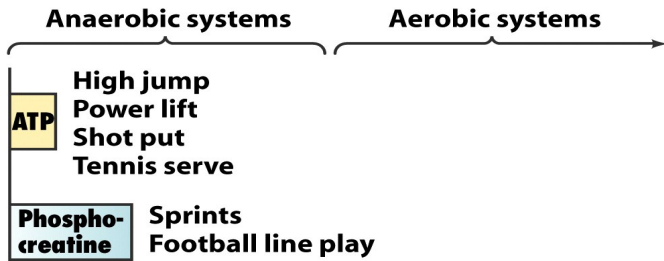
Nutrientes

Glucosa

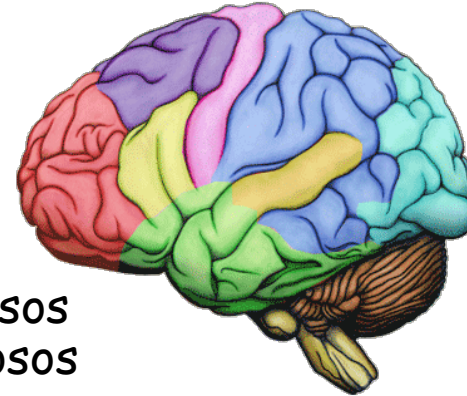
Glucógeno (musc.)

Ácidos grasos

Cuerpos cetónicos

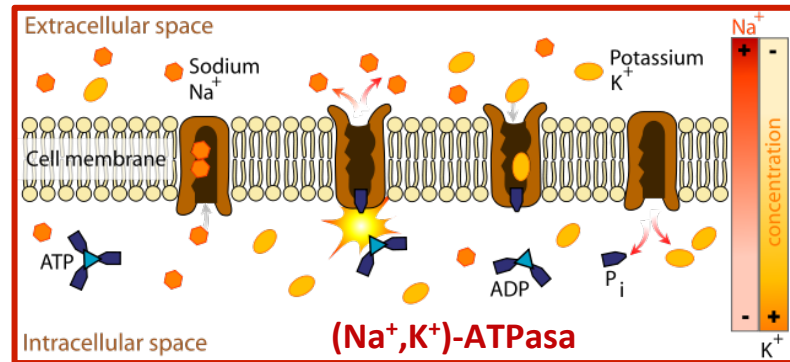


CEREBRO



Impulsos nerviosos

Polarización membranas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

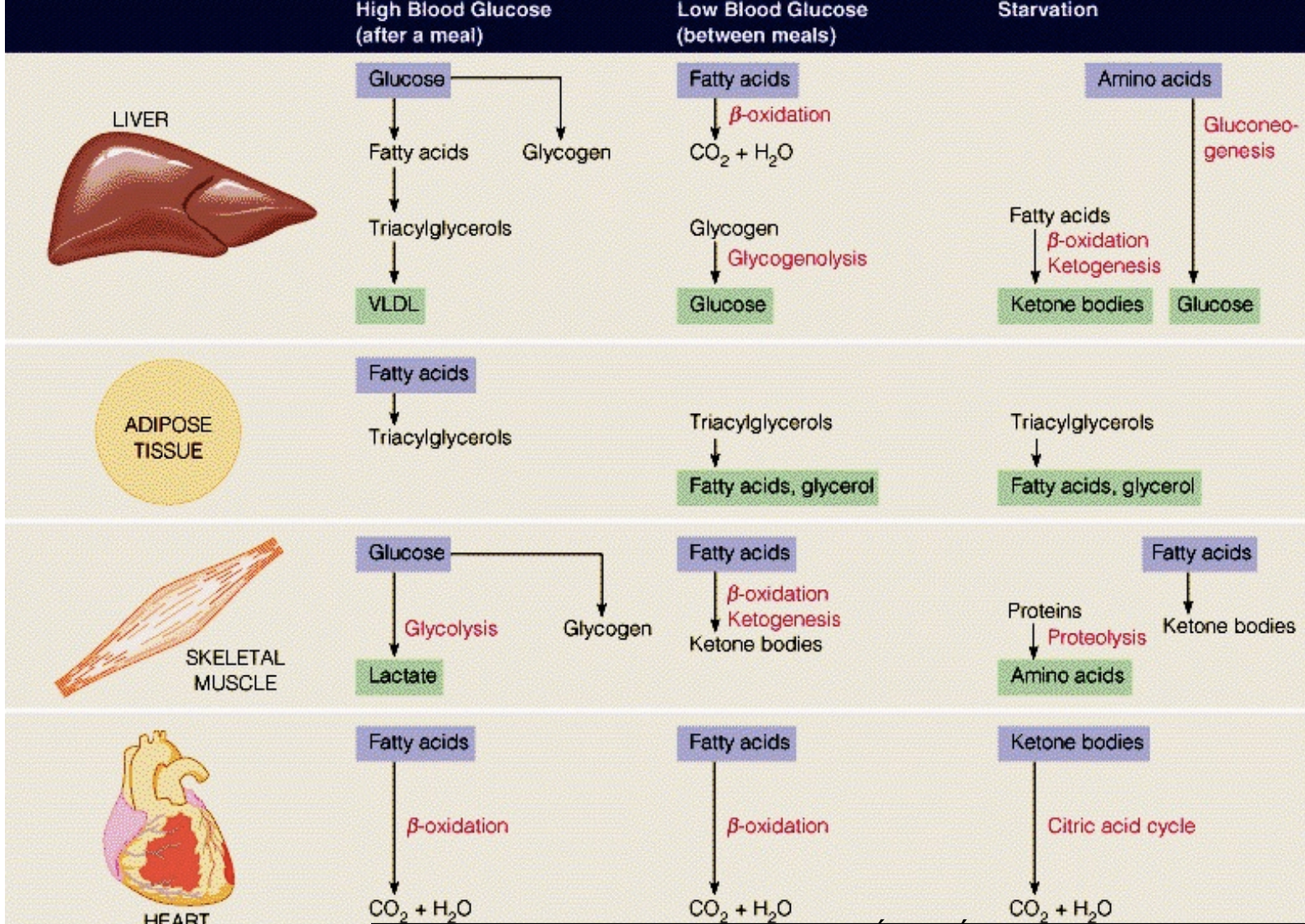
Cartagena99

500 m

consumo corporal

Cuerpos cetónicos

Combustible alternativo en ayuno



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99