

**BIOLOGÍA – Ficha 13**

**EJERCICIOS DE EXÁMENES RESUELTOS PARA ESTUDIAR**  
**Examen del 2019**

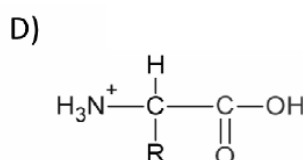
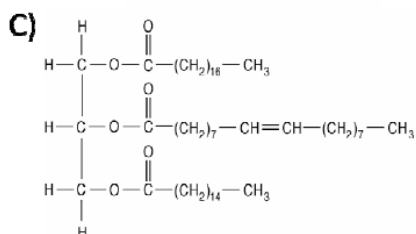
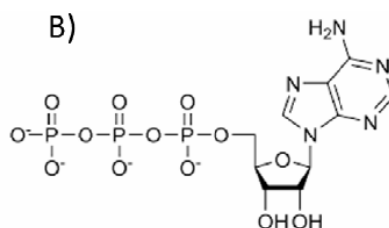
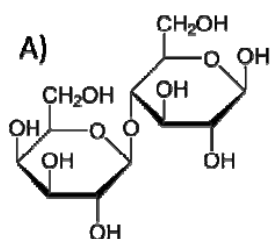
**Proves d'Accés per a Majors de 25 i 45 anys**  
**Pruebas de Acceso para mayores de 25 y 45 años**

Convocatoria:  
Convocatoria:  
**2019**

**Assignatura: Biologia**

**INSTRUCCIONES:** Se deberá responder a un máximo de cinco preguntas entre las ocho propuestas. Cada pregunta se puntuará con un máximo de dos puntos. En caso de que se respondiera a más de 5 preguntas se corregirán sólo las 5 primeras (quedando sin evaluar el resto).

**PRIMERA CUESTIÓN:** Identifica las cuatro moléculas que se muestran (1 punto) e indica su papel biológico (1 punto).

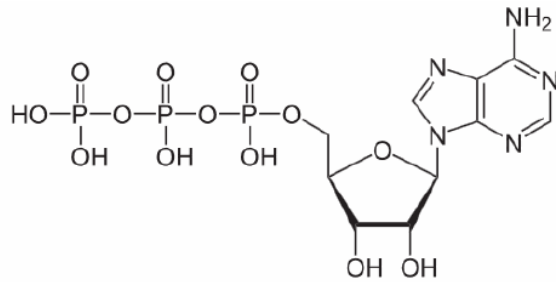


**SEGUNDA CUESTIÓN:** Define los siguientes componentes celulares (1 punto) e indica la función que realizan (1 punto):

- Retículo endoplasmático.
- Mitocondria.
- Núcleo.
- Lisosoma.
- Ribosoma.

**TERCERA CUESTIÓN:** Define los siguientes conceptos: *difusión simple* (0,5 puntos), *difusión facilitada* (0,5 puntos), *transporte activo primario* (0,5 puntos) y *endocitosis* (0,5 puntos).

**CUARTA CUESTIÓN:** La imagen representa una molécula de ATP. Explica su papel en la energética celular (**1,4 puntos**) e indica el nombre de sus componentes (**0,6 puntos**).



**QUINTA CUESTIÓN:**

- ¿En qué consiste el proceso de la respiración celular? (**0,5 puntos**).
- Nombra y explica brevemente sus fases (**1 punto**).
- Indica en qué orgánulo celular se dan las fases finales de este proceso (**0,5 puntos**).

**SEXTA CUESTIÓN:** Explica la fase luminosa de la fotosíntesis (**1,5 puntos**). ¿Para qué sirve la fase oscura de la fotosíntesis? (**0,5 puntos**).

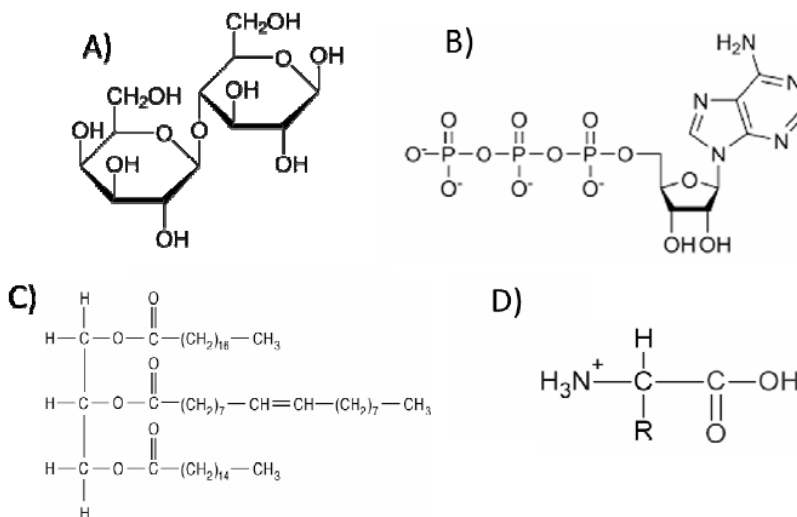
**SÉPTIMA CUESTIÓN:** Explica el significado biológico de la recombinación genética en el contexto de la meiosis (**1 punto**). Explica brevemente en qué se diferencian entre sí la citocinesis de las células animales y la de las células vegetales (**1 punto**).

**OCTAVA CUESTIÓN:** Define brevemente los procesos de replicación, transcripción y traducción e indica en qué parte de la célula eucariota se realiza cada uno de ellos (**1,5 puntos**). Explica las diferencias en los procesos de transcripción y traducción entre células eucariotas y procariotas (**0,5 puntos**).

**SE TIENEN QUE CONTESTAR 5 CUESTIONES. PODRÍAMOS CONTESTAR LA 1, 2, 3, y 6.**

**LAS RESOLVEMOS COMO REPASO**

**PRIMERA CUESTIÓN:** Identifica las cuatro moléculas que se muestran (**1 punto**) e indica su papel biológico (**1 punto**).



A) Es un disacárido formado por la unión de dos glucosas mediante el enlace glucosídico. Es la maltosa. No tiene una función específica. Como disacárido su función es el aporte energético celular.

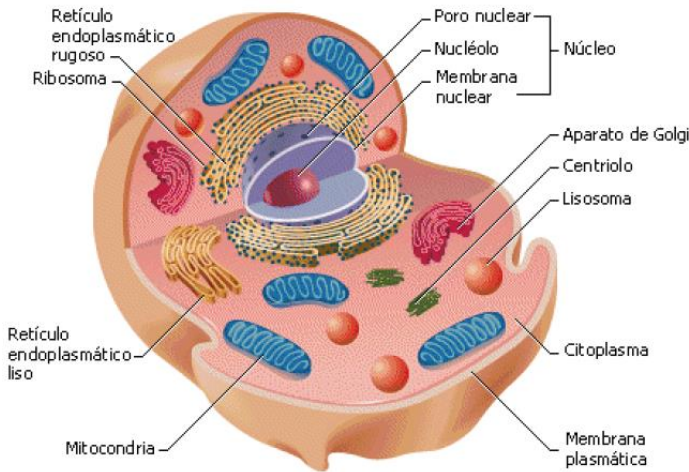
B) Es la molécula de ATP (Adenosintrifosfato). Se encuentra en todos los seres vivos y constituye la fuente principal de energía utilizable por las células para realizar sus actividades. El ATP se origina por el metabolismo de los alimentos en unos orgánulos especiales de la célula llamados mitocondrias

C) Es un triglicérido. Su función principal es la de reserva energética.

D) Es un aminoácido. La unión de aminoácidos da lugar a las proteínas que son las responsables de la mayor parte de las estructuras y de las acciones vitales de los organismos.

**SEGUNDA CUESTIÓN:** Define los siguientes componentes celulares (**1 punto**) e indica la función que realizan (**1 punto**):

- a. Retículo endoplasmático.
- b. Mitocondria.
- c. Núcleo.
- d. Lisosoma.
- e. Ribosoma.



**a) El retículo endoplasmático** es una red de estructuras parecidas a bolsas y tubos en el citoplasma (líquido parecido a la gelatina) de una célula. Las proteínas y otras moléculas se mueven a través del retículo endoplasmático, cuya superficie exterior puede ser lisa o rugosa. El retículo endoplasmático rugoso tiene muchos ribosomas en su superficie exterior y elabora las proteínas que la célula necesita. El retículo endoplasmático liso elabora otras sustancias que necesita la célula, como los lípidos (grasas) y los carbohidratos (azúcares).

**b) Las mitocondrias** son orgánulos pequeños que se encuentran en el citoplasma (el líquido que rodea el núcleo). Están constituidas por dos membranas que

realizan la respiración celular. La mitocondria produce la mayor parte de la energía de la célula y cuentan con su propio material genético, que difiere del material genético del núcleo. Muchas enfermedades son el resultado de mutaciones (cambios) en el ADN de la mitocondria.

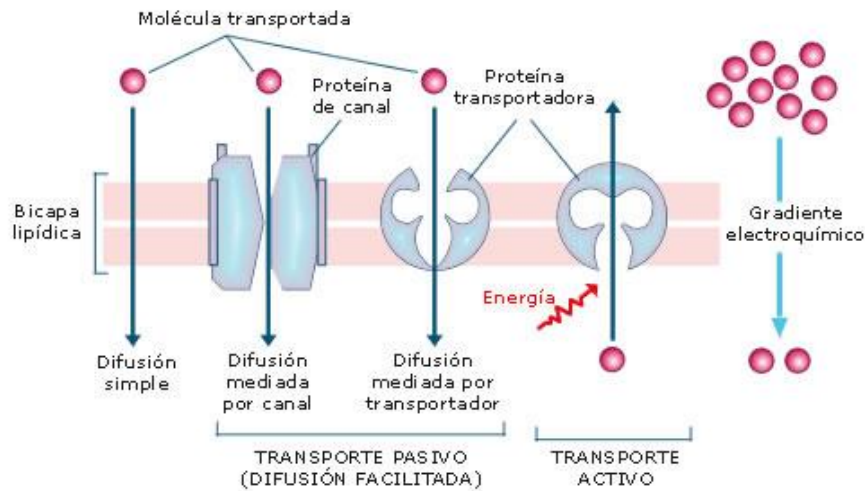
**c) El núcleo celular** es un orgánulo membranoso que se encuentra en el centro de las células eucariotas (no en las células procariotas, donde no hay núcleo). En el núcleo celular está la mayor parte del material genético de la célula. Su principal función es la de proteger la integridad de estos genes y regular las actividades que tienen lugar en la célula y que determinan la expresión génica. En el núcleo celular se controla la producción de proteínas enzimáticas de la célula. Para ello, se vale del ARNm (o ARN mensajero), que es el encargado de llevar la información al ARN ribosómico en el citoplasma. Allí, se produce la síntesis de proteínas enzimáticas que controlan los procesos metabólicos. Además, en el núcleo celular se encuentran los cromosomas de ADN, que contienen toda la información genética del individuo, que es pasada a las células hijas durante la división celular.

**d) Los lisosomas** son vesículas características de las células animales que tienen como función el **transporte de las proteínas enviadas por el aparato de Golgi y la digestión o descomposición de moléculas**. Las proteínas que son enviadas a los lisosomas son etiquetadas por el retículo endoplasmático con secuencias de aminoácidos hidrofóbicos llamados **péptido señal**. Los lisosomas son organelos que pertenecen al **sistema endomembranoso**, definido como el grupo de membranas y organelos de las células eucariotas (que poseen núcleo celular) que tienen como función principal la modificación, la clasificación y el transporte de los lípidos y las proteínas.



**e) Los ribosomas** son las macromoléculas responsables por la síntesis o traducción de los aminoácidos del ARNm (en células eucariotas) y producción de las proteínas en los seres vivos (en células eucariotas y procariotas). La función más importante del ribosoma es la síntesis de las proteínas, elemento esencial para el funcionamiento general de todos los seres vivos. En las células procariotas (sin núcleo definido), los ribosomas son producidos en el citoplasma, mientras que, en las células eucariotas (con núcleo definido) se generan en el nucleolo dentro del núcleo celular.

**TERCERA CUESTIÓN:** Define los siguientes conceptos: *difusión simple* (0,5 puntos), *difusión facilitada* (0,5 puntos), *transporte activo primario* (0,5 puntos) y *endocitosis* (0,5 puntos).



En biología, la difusión se considera una forma de transporte celular pasivo, ya que no necesita de energía adicional para que esta ocurra. La difusión biológica puede dividirse en difusión simple y difusión facilitada.

### Difusión simple

La difusión simple se produce en sustancias de bajo peso molecular como, por ejemplo, el agua (H<sub>2</sub>O), gases disueltos (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) y moléculas liposolubles (alcohol etílico, vitamina A). La difusión simple es el transporte pasivo de solutos y solventes por el libre movimiento de las moléculas. La difusión se genera a través de membranas permeables desde un medio de mayor concentración hacia el de menor concentración hasta que la concentración sea igualada.

### Difusión facilitada

La difusión facilitada de sustancias necesita de transportadores para traspasar membranas de permeabilidad selectiva. Los mediadores pueden ser proteínas de canal o proteínas transportadoras. Las proteínas de canal son aquellas que pueden controlar la apertura y cierre de los canales situados en la capa doble de fosfolípidos de la membrana citoplasmática y así atravesar con las moléculas. En la difusión, las proteínas transportadoras se unen a la sustancia y la transportan a través de la membrana a favor de la gradiente de concentración.

### Transporte activo primario

El transporte activo es un tipo de transporte celular mediante el cual las moléculas disueltas se mueven a través de la membrana de la célula, desde una zona donde hay menor concentración de solutos hacia una zona donde la concentración de estos es mayor. Las partículas se mueven en contra del gradiente de concentración y, en consecuencia, consumen energía de la célula. Esta energía normalmente proviene del trifosfato de adenosina (ATP). El transporte activo primario es el que usa directamente una fuente de energía química (por ejemplo, ATP) para mover moléculas a través de una membrana en contra de su gradiente. Uno de los ejemplos más importantes en biología para ilustrar este mecanismo de transporte activo primario es la bomba sodio-potasio, la cual se encuentra en las células animales y cuya función es imprescindible para estas células. La bomba sodio-potasio es una proteína de membrana que transporta sodio hacia fuera de la célula y potasio hacia el interior de la misma. Para llevar a cabo este transporte la bomba requiere de energía proveniente del ATP.

### Endocitosis

Se denomina endocitosis al **proceso por el cual las células incorporan dentro de ellas moléculas**, grandes o pequeñas, que son recubiertas por una vesícula de membrana. La finalidad de la endocitosis es regular la interacción de las células, así como, la composición de lípidos y proteínas de la membrana plasmática. Estos estudios son fundamentales para las investigaciones especializadas en fisiología. El proceso de endocitosis también es necesario para dar respuestas inmunológicas, para el desarrollo de la comunicación intercelular y para que se lleve a cabo el intercambio de señales celulares.

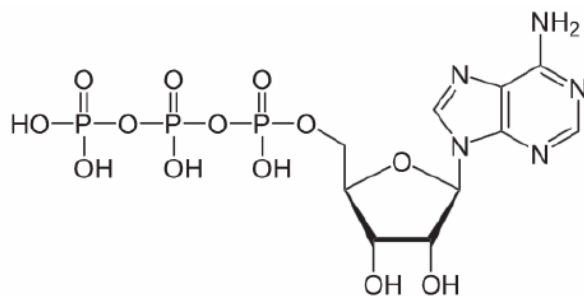


### Tipos de endocitosis

**Fagocitosis:** es un mecanismo que consiste en introducir partículas sólidas en las células que están cubiertas por una membrana. Es un proceso importante para generar respuestas inmunológicas.

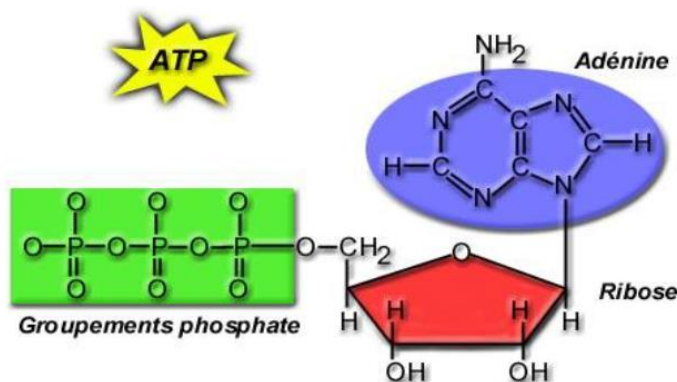
**Pinocitosis:** es un proceso en el cual las células atrapan sustancias en forma de soluciones (líquido), sin hacer ningún tipo de selección, las cuales también envuelve en una vesícula.

**CUARTA CUESTIÓN:** La imagen representa una molécula de ATP. Explica su papel en la energética celular (**1,4 puntos**) e indica el nombre de sus componentes (**0,6 puntos**).



El ATP es una molécula formada por Adenina más tres grupos fosfato. Los enlaces entre los fosfatos son muy ricos en energía, con lo que son capaces de acumular mucha energía en ellos (una 8 Kcal/mol). Cuando en una reacción química se necesita energía el ATP rompe uno de sus enlaces fosfato, obteniéndose energía y ADP (Adenosín Di-Fosfato).

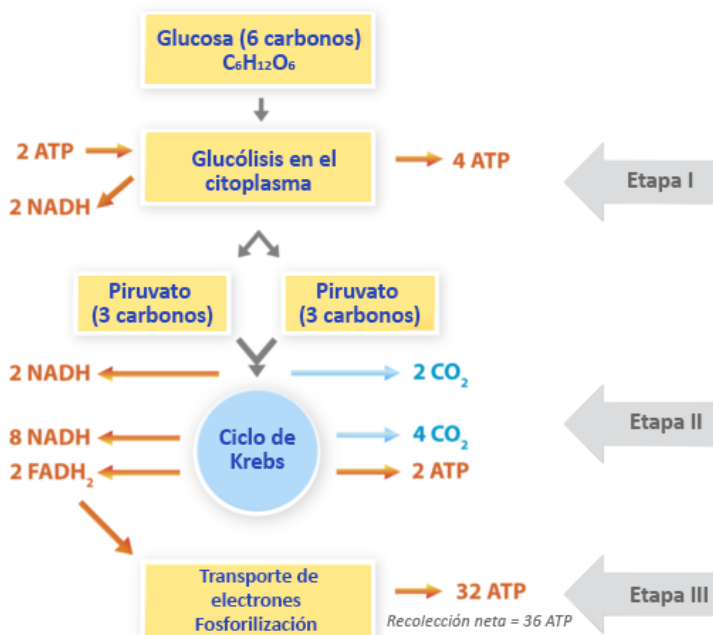
Son moléculas acumuladoras y donantes de energía: acumulan la energía que se libera en las reacciones químicas y la desprenden cuando sea necesario.



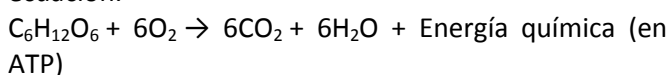
**QUINTA CUESTIÓN:**

- ¿En qué consiste el proceso de la respiración celular? (**0,5 puntos**).
- Nombra y explica brevemente sus fases (**1 punto**).
- Indica en qué orgánulo celular se dan las fases finales de este proceso (**0,5 puntos**).

a) La respiración celular supone un proceso metabólico mediante el cual las células reducen el oxígeno y producen energía y agua. Estas reacciones son indispensables para la nutrición celular. La liberación de energía se desarrolla de manera controlada. Una parte de dicha energía se incorpora a las moléculas de ATP que, gracias a este proceso, pueden utilizarse en procesos endotérmicos como el anabolismo (el mantenimiento y desarrollo del organismo). Es posible dividir la respiración celular en dos tipos: la respiración aeróbica y la respiración anaeróbica. En la respiración aeróbica interviene el oxígeno como aceptor de los electrones que liberan las sustancias orgánicas. La respiración anaeróbica, en cambio, no cuenta con la participación del oxígeno, sino que los electrones recaen en otros aceptores que suelen ser subproductos del metabolismo de otros organismos.



b) La respiración involucra muchas reacciones químicas. Las reacciones se pueden resumir en esta ecuación:



Las reacciones de la respiración celular se pueden agrupar en tres etapas: la **glucólisis** (etapa 1), el **ciclo**

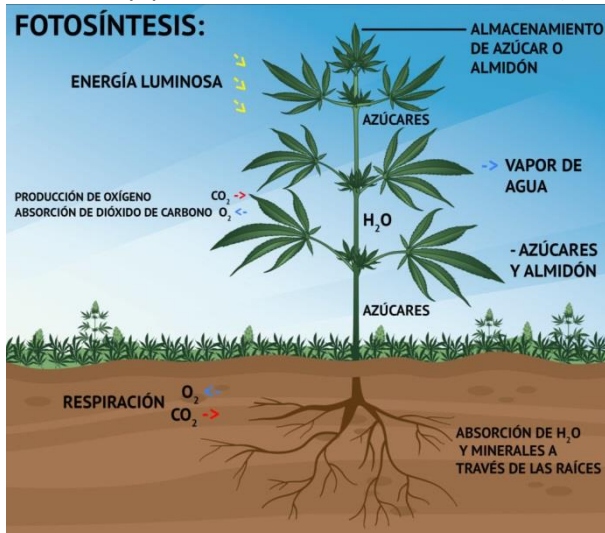
de Krebs , también llamado el **ciclo del ácido cítrico** (etapa 2) y el **transporte de electrones** (etapa 3).

c) La glucólisis se produce en el citosol de la célula y no requiere oxígeno, mientras que el ciclo de Krebs y el transporte de electrones se producen en la mitocondria y requieren oxígeno.

**SEXTA CUESTIÓN:** Explica la fase luminosa de la fotosíntesis (1,5 puntos). ¿Para qué sirve la fase oscura de la fotosíntesis? (0,5 puntos).

La fotosíntesis es la conversión de materia inorgánica en materia orgánica gracias a la energía que aporta la luz del sol (o las lámparas de cultivo, en algunos casos). En este proceso, la energía luminosa se transforma en energía química estable, siendo el adenosintrifosfato (ATP) la primera molécula en la que queda almacenada esa energía química. Con posterioridad, el ATP se usa para sintetizar moléculas orgánicas de mayor estabilidad.

La **fase luminosa** es la primera etapa de la fotosíntesis, en la que la luz es absorbida por complejos formados por clorofilas y proteínas llamados fotosistemas (ubicados en los cloroplastos). Durante esta fase, la energía solar se



convierte en energía química. Se denomina fase luminosa porque al utilizar la energía lumínica solo puede llevarse a cabo en condiciones de alta luminosidad, ya sea natural o artificial. En condiciones de oscuridad, esta fase no tiene lugar.

El **fotosistema I** y el **fotosistema II** (PSI y PSII) son los dos encargados de captar la luz y de emplear su energía para impulsar el transporte de electrones a través de una cadena de receptores. Dicho de otra manera, se trata de hacer saltar los electrones desde la molécula de agua hasta formar ATP, pasando por varias formas químicas intermedias, como si de una cadena de transporte se tratase.

El PSI y el PSII atrapan la luz, aumentando la energía de los electrones a niveles más altos que su estado fundamental. Esta energía se va transportando entre diferentes moléculas de clorofila, hasta que en el centro del fotosistema II se produce la separación del agua en los siguientes componentes: dos protones ( $\text{H}^+$ ), un átomo de oxígeno (O) y dos electrones.

El oxígeno se unirá con el sobrante de otra molécula de agua para crear oxígeno atmosférico ( $\text{O}_2$ ). Este hecho es el que permite que los animales terrestres podamos respirar en la superficie del planeta...

La **fase oscura** de la fotosíntesis es un proceso complejo donde NADPH y ATP se usan para producir moléculas de carbohidratos (o azúcares). A diferencia de la fase luminosa, puede ocurrir con luz y en la oscuridad.

Durante la fase luminosa, se produce un conjunto de procesos bioquímicos en las hojas de las plantas mediante la acción de la luz. La energía luminosa es captada por unas estructuras llamadas fotosistemas. A partir de la ruptura de moléculas de agua, la energía química liberada se utiliza para sintetizar dos moléculas básicas del metabolismo vegetal: el ATP y el NADP. La formación de ATP se denomina fotofosforilación, y existen dos variantes de esta: la cíclica y la acíclica. Esta fase luminosa es necesaria para la siguiente etapa, la fase oscura, que necesariamente se produce en ausencia de luz. Ocurre en los cloroplastos y depende directamente de los productos obtenidos en la fase luminosa.

En la fase oscura (que se produce en el estroma), la ribulosa bifosfato se suma al dióxido de carbono gaseoso ( $\text{CO}_2$ ) presente en el aire, dando como resultado la producción de compuestos orgánicos, principalmente hidratos de carbono o azúcares, compuestos cuyas moléculas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Toda esta cadena de transformación se denomina ciclo de Calvin.

Después de la formación de glucosa, ocurre una secuencia de reacciones químicas que dan lugar a la formación de almidón y varios carbohidratos más. A partir de estos productos, la planta elabora lípidos y proteínas necesarios para la formación del tejido vegetal. Por ejemplo, el almidón producido se mezcla con el agua presente en las hojas y es absorbido por unos tubitos minúsculos que existen en el tallo de la planta y, a través de éstos, es transportado hasta la raíz, donde se almacena. Este almidón es utilizado para fabricar celulosa, el principal constituyente de la madera.

**LAS OTRAS CUESTIONES LAS RESUELVO TAMBIÉN:**

**SÉPTIMA CUESTIÓN:** Explica el significado biológico de la recombinación genética en el contexto de la meiosis (**1 punto**). Explica brevemente en qué se diferencian entre sí la citocinesis de las células animales y la de las células vegetales (**1 punto**).

La recombinación genética es el proceso por el cual una hebra de material genético (usualmente ADN, pero también puede ser ARN) se corta y luego se une a una molécula de material genético diferente. En eucariotas la recombinación comúnmente se produce durante la meiosis de la reproducción sexual (el proceso mediante el cual los eucariotas generan gametos), como entrecruzamiento cromosómico entre los cromosomas apareados. La meiosis no forma parte de un ciclo celular, dado que las células que se forman no vuelven a dividirse (es un callejón sin salida).

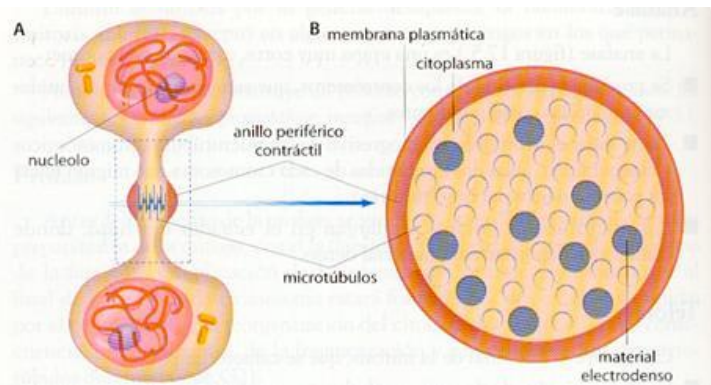
La recombinación genética es uno de los procesos biológicos más importantes que existen en la naturaleza puesto que permite mezclar los alelos de los cromosomas homólogos durante la meiosis, lo cual es fuente de variabilidad genética. Esta variabilidad puede dar lugar a la aparición de seres vivos mejor adaptados a su medio que serán seleccionados para dejar más descendientes.

Además de esta importancia biológica, la recombinación tiene una gran importancia científica porque posibilita una técnica para mapear cromosomas, es decir, colocar de forma relativa los alelos a lo largo de una cromátida.

La citocinesis es el proceso de partición del citoplasma de una célula que da como resultado dos células hijas durante el proceso de división celular. Se da tanto en la mitosis como en la meiosis y es común en las células animales.

La división del citoplasma se inicia habitualmente en la telofase. Se produce un reparto del citoplasma y los orgánulos celulares (algunos de los cuales, como las mitocondrias y los cloroplastos, se han dividido previamente), y la célula comienza a sufrir una constricción en la zona ecuatorial (surco de división).

En las células ANIMALES, la formación del surco de división implica una expansión de la membrana en esta zona y una contracción progresiva causada por un anillo periférico contráctil de microfilamentos de actina y miosina. Este anillo producirá, finalmente, la separación de las dos células hijas por estrangulación del citoplasma.



En las células VEGETALES, el proceso es diferente,

ya que la citocinesis no se produce por estrangulamiento, sino por la acumulación de vesículas procedentes del complejo de Golgi, que contienen elementos de la pared celular, en la zona media de la célula. Posteriormente, las vesículas se fusionan y entran en contacto con las paredes laterales de la célula parental. De esta forma se origina un tabique o fragmoplasto que dará lugar a las membranas de las dos células hijas, separadas por la lámina media, en el ecuador de la célula. Por último, se depositará la pared primaria y, en algunos casos, la pared secundaria, dependiendo del tipo celular.

En el caso de algunas plantas y hongos, la citocinesis no tiene lugar, pues estos organismos nunca dividen su citoplasma. El ciclo de la reproducción celular culmina con la partición del citoplasma por medio del proceso de citocinesis.

**OCTAVA CUESTIÓN:** Define brevemente los procesos de replicación, transcripción y traducción e indica en qué parte de la célula eucariota se realiza cada uno de ellos (**1,5 puntos**). Explica las diferencias en los procesos de transcripción y traducción entre células eucariotas y procariotas (**0,5 puntos**).

El ADN posee la información necesaria para transmitir los caracteres de una especie de generación en generación y conseguir la supervivencia de la especie. Por lo tanto la molécula de ADN constituye la base química de la herencia. La mayoría de las moléculas de ADN se encuentran en los cromosomas del núcleo de las células. El número de cromosomas depende de la especie, así por ejemplo, las bacterias poseen un único cromosoma, mientras que las células humanas poseen 46 (23 de cada progenitor).

Las cadenas de ADN de cada especie difieren en longitud y en la secuencia de las bases nitrogenadas, de tal manera que esta secuencia contiene la información genética característica de cada especie. La información genética debe reproducirse exactamente cada vez que la célula se divide. El proceso por el que las moléculas de ADN se copian a sí mismas en el núcleo de las células recibe el nombre de **replicación** del ADN. La replicación pretende a partir de una

cadena de ADN obtener dos iguales. La replicación se lleva a cabo gracias a la enzima ADN polimerasa III.

**La transcripción** consiste en la formación de una molécula de ARN a partir de la información genética contenida en un segmento de ADN. Es decir da lugar a una copia de ARN con secuencia complementaria y antiparalela, a partir de una secuencia molde en una de las hebras del ADN. Mientras que en la replicación se copia el cromosoma entero, la transcripción es más selectiva.

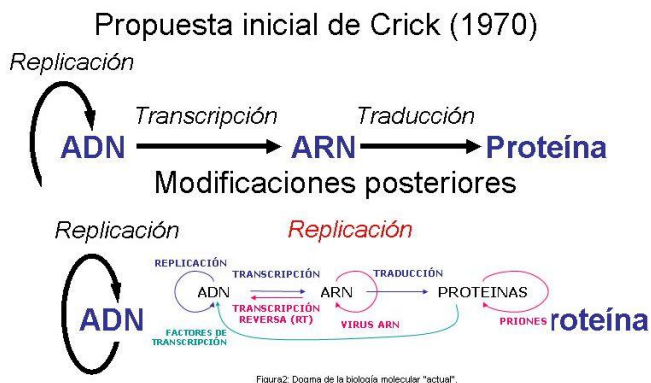
**La traducción** es un proceso muy complejo con un elevado coste energético (consume el 90% de la energía de la biosíntesis. Es sin duda el proceso de síntesis en que participa mayor número de macromoléculas diferentes.

Como hemos visto antes, el ADN es el molde mediante el cual la información genética necesaria para la síntesis de proteínas se transcribe al ARNm (mensajero). Una vez formado, el ARNm sale del núcleo y se dirige a los ribosomas donde tendrá lugar la síntesis proteica.

La traducción genética es el proceso de síntesis de proteínas. La información necesaria para producir las proteínas de cada organismo se encuentra almacenada en los genes. Una complicada maquinaria celular lee los genes de cada ser vivo y fabrica las proteínas correspondientes. La información genética llevada por el ARNm deberá ser traducida en el citoplasma por una fábrica de proteínas: el ribosoma (éste está compuesto por varios tipos de proteínas más una forma de ARN, denominado ARN ribosómico). En el ribosoma no se podrá comenzar la lectura de un mensajero más que por una secuencia particular, distinta en las eucariotas y en las procariontas. Asido el ARNm en el ribosoma, el tercer tipo de ARN -ARN de transferencia (ARnt)- entra en acción.

La transcripción en las células procariontas ya que carecen de núcleo se lleva a cabo en el citoplasma.

## DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR



DIFERENCIAS TRANSCRIPCIÓN	
PROCARIOTAS	EUCARIOTAS
El proceso es más simple	El proceso es más complejo
El ARN transcrito primario es funcional (no precisa maduración postranscripcional)	El ARN transcrito primario sufre en el núcleo el proceso de maduración o procesamiento postranscripcional
Los ARNm se empiezan a traducir según van transcribiendo	Los ARNm deben ser transportados al citoplasma para ser traducidos.



# Diferencias entre la transcripción procariota y eucariota

Procariota	Eucariota
El proceso es más simple	El proceso es más complejo
Se puede transcribir todo el ADN en cualquier momento	Sólo se puede transcribir el ADN que constituye la eucromatina (cromatina descondensada)
Se transcribe la mayor parte del ADN genómico	La mayor parte de ADN genómico no se transcribe (sólo se transcribe el 35%)
El ARN transcrito primario es funcional (no precisa maduración postranscripcional)	El ARN transcrito primario sufre en el núcleo el proceso de maduración o procesamiento postranscripcional
Los ARNm se empiezan a traducir según van siendo sintetizados	Los ARNm deben ser transportados al citoplasma para participar en la traducción
Interviene un solo tipo de ARNpol	Intervienen tres ARNpol diferentes (I, II y III) que sintetizan los distintos tipos de RNA

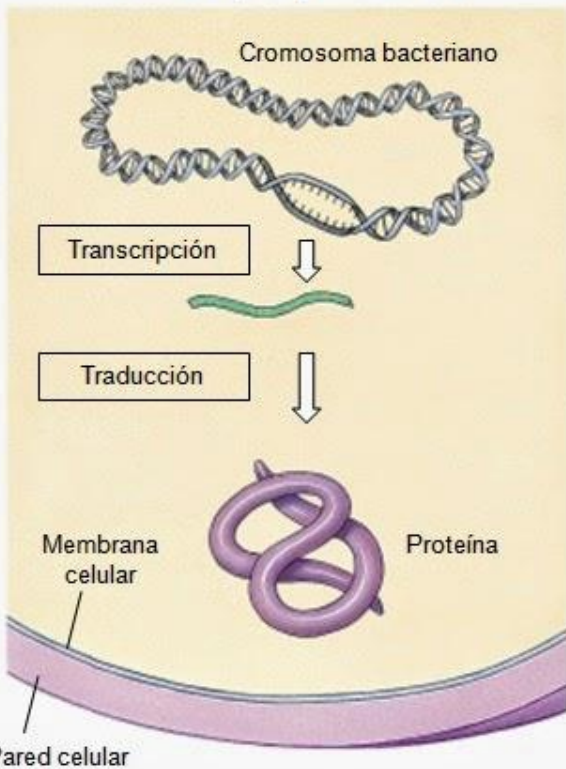
La transcripción y la traducción son procesos simultáneos.

La transcripción y la traducción no son procesos simultáneos

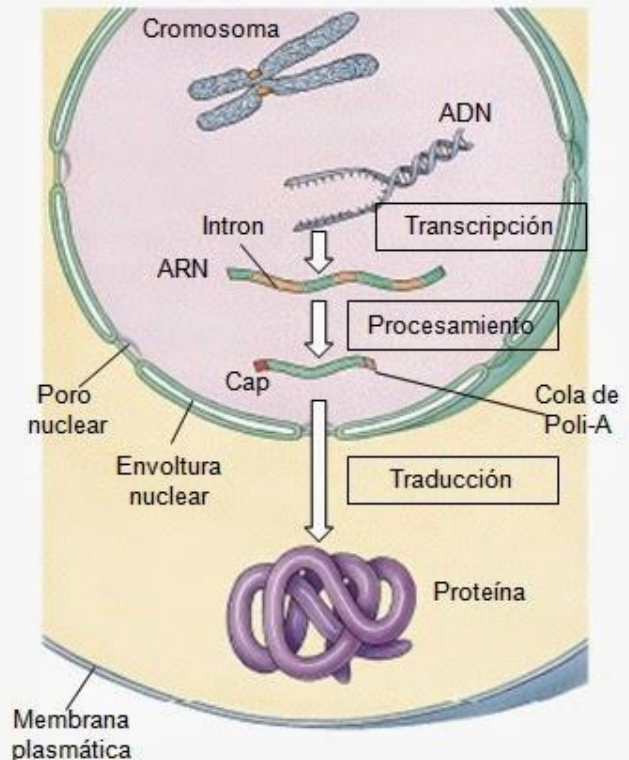
## DIFERENCIAS TRADUCCIÓN

DIFERENCIAS	PROCARIOTA	EUCARIOTA
ARNm	POLICISTRÓNICO RESISTENTE Y SE LEE VARIAS VECES	MONOCISTRÓNICO FRÁGIL Y SE DESTRUYE
RIBOSOMAS	MULTIPLES (POLISOMA)	UNO POR CADA ARN POCOS POLISOMAS
TRANSCRIPCIÓN----- ---TRADUCCIÓN	OCURREN AMBAS A LA VEZ Y EN EL MISMO LUGAR	POSTERIOR Y EN DIFERENTES LUGARES
RIBOSOMA	70 S (PEQUEÑO)	80 S
LUGAR	CITOPLASMA	NORMALMENTE EN EL RETÍCULO
PRIMER AMINOÁCIDO	FORMIL METIONINA	METIONINA
CHAPERONAS	MENOR NÚMERO	DIFERENTES Y >Nº

### Transcripción de ADN y Traducción del ARNm por procariontas



### Transcripción de ADN y Traducción del ARNm por eucariotas



## NUEVO

En relación al **CATABOLISMO**, distinguiremos los siguientes procesos:

- **Respiración:** el aceptor final de electrones es una *molécula inorgánica*.
  - **Respiración aerobia:** el aceptor de hidrógenos es el  $O_2$ .
  - **Respiración anaeróbica:** el aceptor de hidrógenos no es el  $O_2$ .
- **Fermentación:** el aceptor final de electrones es una *molécula orgánica*

**ESTO ES BASTANTE COMPLICADO. SÓLO HAY QUE TENER UNAS IDEAS GENERALES QUE RESUMIRÉ DESPUÉS**

## OBTENCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE COMPUESTOS ORGÁNICOS EN LAS CÉLULAS VEGETALES Y ANIMALES: RESPIRACIÓN CELULAR Y FERMENTACIONES

### VÍAS DEL CATABOLISMO

Los organismos autótrofos fijan la energía solar en forma de energía química contenida en los compuestos orgánicos, glucosa, en particular. Esta energía, convenientemente liberada, será utilizada posteriormente por las partes de la planta que no tienen cloroplastos, como suele ser el caso de las raíces y tallos no verdes, o por toda la planta cuando falta la energía solar. Es también esta energía la que permite la vida de los organismos heterótrofos. La respiración celular y las fermentaciones son las vías catabólicas más corrientes para la obtención de la energía contenida en las sustancias orgánicas. Ambas vías, no obstante, tienen una primera fase común: la glucólisis.

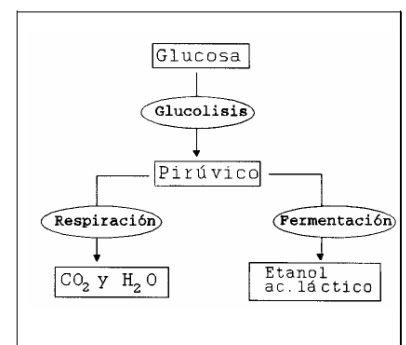
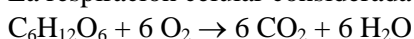


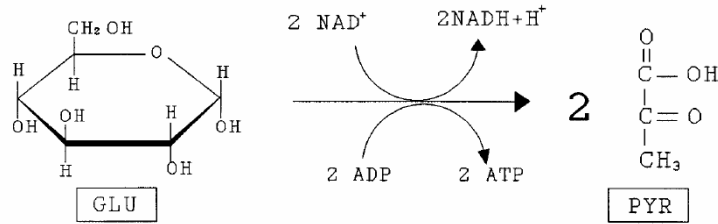
Fig. 20 Principales vías para el catabolismo de la glucosa.

### ECUACIÓN GLOBAL DE LA RESPIRACIÓN CELULAR

La respiración celular considerada en su conjunto puede resumirse en la siguiente ecuación global:



## LA GLUCOLISIS



La definiremos como el conjunto de reacciones que degradan la glucosa (C6) transformándola en dos moléculas de ácido pirúvico (PYR) (C3). Este conjunto de reacciones se realiza en el hialoplasma de la célula. Es un proceso anaerobio, que no necesita oxígeno, y en el que por cada molécula de glucosa (GLU) se obtienen 2ATP y 2NADH+H<sup>+</sup>.

## CARACTERÍSTICAS Y SIGNIFICADO BIOLÓGICO DE LA GLUCOLISIS

- Se trata de una degradación **parcial** de la glucosa.
- Es un proceso anaerobio que permite la obtención de energía a partir de los compuestos orgánicos en ausencia de oxígeno.
- La cantidad de energía obtenida por mol de glucosa es escasa (2 ATP).
- La glucolisis fue, probablemente, uno de los primeros mecanismos para la obtención de energía a partir de sustancias orgánicas en la primitiva atmósfera sin oxígeno de la Tierra.

## VÍAS DEL CATABOLISMO DEL PIRÚVICO

Para evitar que la glucolisis se detenga por un exceso de ácido pirúvico (PYR) y NADH+H<sup>+</sup> o por falta de NAD<sup>+</sup>, se necesitan otras vías que eliminen los productos obtenidos y recuperen los substratos imprescindibles. Esto va a poder realizarse de dos maneras:

1ª) **Respiración aerobia** (catabolismo aerobio). Cuando hay oxígeno, el pirúvico es degradado completamente obteniéndose dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El NADH+H<sup>+</sup> y otras coenzimas reductoras obtenidas son oxidadas y los electrones transportados hacia el **oxígeno (O<sub>2</sub>)**, recuperándose el NAD<sup>+</sup> y obteniéndose H<sub>2</sub>O. Este proceso se realiza en los eucariotas en las mitocondrias.

2ª) **Fermentación** (Catabolismo anaeróbico). Cuando no hay **oxígeno** el **ácido pirúvico** se transforma de diferentes maneras sin degradarse por completo a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Este proceso tiene como objetivo la recuperación del NAD<sup>+</sup>. En los eucariotas se realiza en el hialoplasma.

## EL CATABOLISMO AERÓBICO (RESPIRACIÓN AEROBIA)

### DESCARBOXILACIÓN OXIDATIVA DEL ÁCIDO PIRÚVICO

En condiciones aeróbicas el **ácido pirúvico (PYR)** obtenido en la glucolisis y en otros procesos catabólicos atraviesa la membrana de la mitocondria y en la matriz mitocondrial va a sufrir un proceso químico que tiene dos vertientes:

1ª Descarboxilación. El **ácido pirúvico (PYR)** va a perder el grupo CO<sub>2</sub> correspondiente al primer carbono, el carbono que tiene la función ácido.

2ª Oxidación. Al perderse el primer carbono, el segundo pasa de tener un grupo cetona a tener un grupo aldehído. Este grupo se oxidará a grupo ácido (**ácido acético**) por acción del NAD<sup>+</sup>. En el proceso interviene una sustancia, la **coenzima-A (HS-CoA)**

### EL CICLO DEL CÍTRICO O CICLO DE KREBS

**Krebs** (1938), denominó **ciclo del ácido cítrico (citrato)**, y hoy se conoce también como **cicló de Krebs**, a la ruta metabólica a través de la cual el ácido acético unido a la coenzima-A va a completar su oxidación en la matriz mitocondrial.

Este ciclo, no sólo va a ser la última etapa de la degradación de los azúcares, otros compuestos orgánicos (los ácidos grasos y determinados aminoácidos) van a ser también degradados a **acetil-CoA (ACA)** e integrados en el **ciclo de Krebs**. El **ciclo de Krebs** es, por lo tanto, la vía fundamental para la degradación de la mayoría de los compuestos orgánicos y para la obtención coenzimas reductoras. Es la vía más importante para el **catabolismo** de las sustancias orgánicas.

### INCORPORACIÓN DE OTRAS SUSTANCIAS AL CICLO DE KREBS

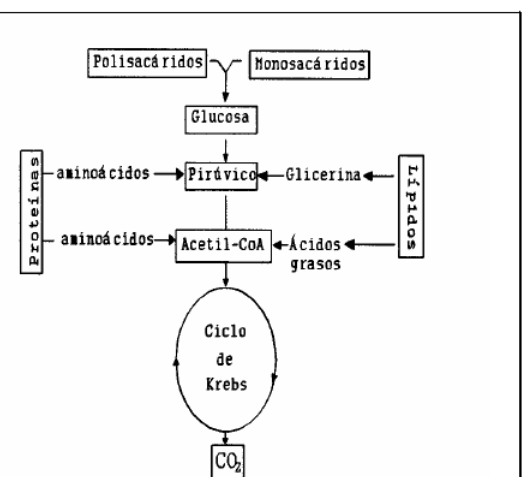


Fig. 23 Vías metabólicas que desembocan en el ciclo de Krebs.

Al ciclo de Krebs van a incorporarse, además de las sustancias resultantes del catabolismo de los glúcidos, otras que provienen del catabolismo de otras las sustancias orgánicas. Así, por ejemplo, los ácidos grasos se degradan en las mitocondrias transformándose en acetil-CoA. Este proceso se realiza en la matriz mitocondrial y recibe el nombre de **β-oxidación**.

## LA CADENA RESPIRATORIA. CONCEPTO Y OBJETIVOS

**Concepto:** Consiste en un transporte de electrones desde las coenzimas reducidas, **NADH+H<sup>+</sup>** o **FADH<sub>2</sub>**, hasta el oxígeno. Este transporte se realiza en la membrana de las crestas mitocondriales.

**Objetivos:** Es en este proceso donde se obtendrá la mayor parte de la energía contenida en la glucosa y otros compuestos orgánicos, que será almacenada en forma de **ATP**. Al mismo tiempo se recuperarán las coenzimas transportadoras de electrones en su forma oxidada, lo que permitirá la oxidación de nuevas moléculas de glucosa y de otras sustancias orgánicas. Como producto de desecho se obtendrá agua.

## ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA DE LAS CRESTAS MITOCONDRIALES

Las crestas mitocondriales tienen la estructura de toda membrana biológica. Empotradas en la doble capa lipídica se encuentran diferentes sustancias transportadoras de electrones. Estas están asociadas formando tres grandes complejos:

- Complejo I (NADH deshidrogenasa).
- Complejo II (Citocromo b-c1).
- Complejo III (Citocromo oxidasa).

Existen, además, otros transportadores: la coenzima Q (Co-Q), el citocromo c (cit c) y la enzima ATP sintetasa.

## LA CADENA RESPIRATORIA: MECANISMO

En la membrana de las crestas mitocondriales se va a realizar un transporte de electrones desde el NADH o el FADH<sub>2</sub> hasta el oxígeno. Este transporte de electrones va a generar un transporte de protones por parte de los complejos I, II y III desde la matriz hacia el espacio intermembrana. Cada complejo será capaz de bombear dos protones. La salida de estos protones a través de las ATPasas servirá para sintetizar ATP, 1 ATP por cada dos protones, de forma similar a como sucedía en los cloroplastos. El NADH es capaz de reducir al Complejo I por lo que se obtendrán 3ATP por cada molécula de NADH. El FADH<sub>2</sub> no puede reducir al complejo I y cede sus dos electrones a la Co-Q (coenzima Q). Esta es la razón por la que el FADH<sub>2</sub> sólo genera 2 ATP.

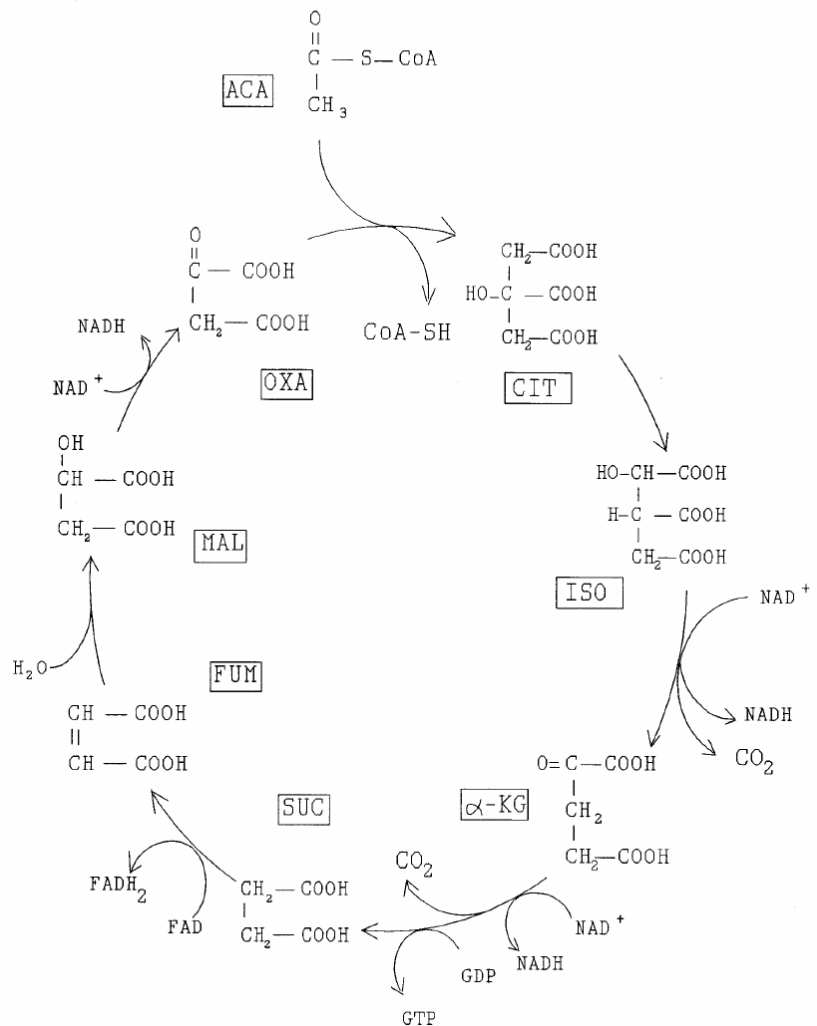
Los electrones serán cedidos finalmente al oxígeno que junto con dos protones del medio darán una molécula de H<sub>2</sub>O

$$2\text{H}^+ + 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$$

## LAS FERMENTACIONES ANAERÓBICAS

La oxidación del NADH+H<sup>+</sup> y del FADH<sub>2</sub> en la cadena respiratoria tiene como aceptor final de los electrones al oxígeno. De esta manera, el NAD<sup>+</sup> se recupera y la glucólisis y el ciclo de Krebs pueden mantenerse.

## EL CICLO DE KREBS O DEL CÍTRICO



Si no hay oxígeno, el NADH+H<sup>+</sup> y el FADH<sub>2</sub> se acumulan y los procesos de obtención de energía se interrumpen. En estas condiciones, condiciones anaerobias o de falta de oxígeno, ciertos microorganismos y, por ejemplo, nuestras células musculares, recuperan las coenzimas oxidadas por diversas vías metabólicas conocidas bajo el nombre de **fermentaciones anaeróbicas**.

Es más, para algunos microorganismos, los **anaerobios estrictos**, las fermentaciones son su única Fuente de energía. Se les llama anaerobios estrictos porque no pueden vivir en un medio que contenga oxígeno ya que éste les es letal. Otros, los **anaerobios facultativos**, utilizan estas vías como mecanismo de emergencia durante los períodos en los que no disponen de oxígeno.

En las fermentaciones, la glucosa no se degrada totalmente a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, sino que se produce una degradación incompleta de la cadena carbonada.

Según el producto obtenido, tendremos las siguientes fermentaciones:

- Fermentación láctica.
- Fermentación alcohólica.

### A) FERMENTACIÓN LÁCTICA

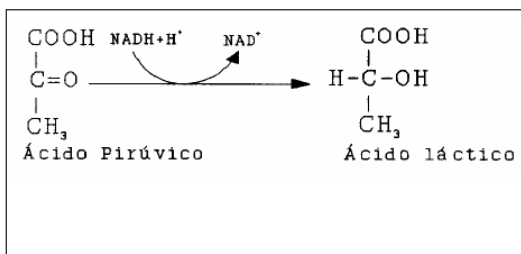


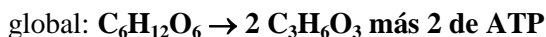
Fig. 27 Fermentación láctica: Reducción del ácido pirúvico.

La realizan las bacterias del yogur y, por ejemplo, las células musculares, cuando no reciben un aporte suficiente de oxígeno, lo que sucede cuando se lleva a cabo un ejercicio físico intenso.

En la fermentación láctica, el ácido pirúvico es reducido a ácido láctico por medio del NADH+H<sup>+</sup>. De esta manera el NAD<sup>+</sup> se recupera y pueden ser degradadas nuevas moléculas de la glucosa.

### ECUACIÓN GLOBAL DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA

La fermentación láctica puede resumirse en la siguiente ecuación



### B) FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

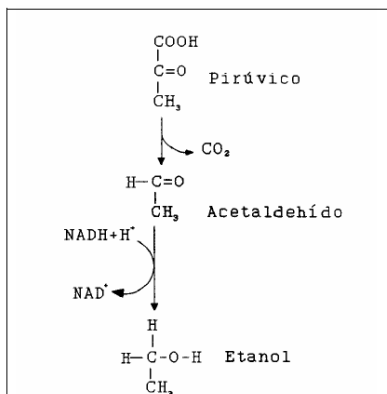


Fig. 28 Fermentación alcohólica: Reducción del ácido pirúvico.

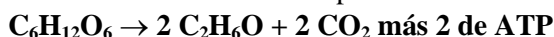
En la fermentación alcohólica el ácido pirúvico es transformado en alcohol etílico (etanol). Esta fermentación la realizan, por ejemplo, las levaduras del género *Saccharomyces*. Se trata de un proceso de gran importancia industrial que, dependiendo del tipo de levadura, dará lugar a una gran variedad de bebidas alcohólicas: cerveza, vino, sidra, etc. En la fabricación del pan se le añade a la masa una cierta cantidad de levadura, la fermentación del almidón de la harina hará que el pan sea más esponjoso por las burbujas de CO<sub>2</sub>.

En este último caso el alcohol producido desaparece durante el proceso de cocción. La fermentación alcohólica tiene el mismo objetivo que la fermentación láctica: la recuperación del NAD<sup>+</sup> en condiciones anaeróbicas.

En la fermentación alcohólica el ac. pirúvico se descarboxila transformándose en acetaldehído y este es reducido por el NADH a alcohol etílico.

### ECUACIÓN GLOBAL DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación alcohólica puede resumirse en la siguiente ecuación global:



## INTENTARÉ HACER UN RESUMEN FÁCIL

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas en las que se basa la vida.

En la biosfera existen distintos tipos de organismos que se clasifican según la fuente de la que obtienen el carbono y la energía:

Según la fuente de carbono:

Autótrofos, obtienen el carbono a partir de dióxido de carbono atmosférico.

Heterótrofos, obtienen el carbono de moléculas orgánicas sintetizadas por otros organismos.

Según la fuente de energía:

Fotosintéticos (o fototrofos), toman la energía que necesitan a partir del sol.

Quimiosintéticos (o quimiotrofos), toman la energía a partir de reacciones químicas. ·

Además, según su necesidad en oxígeno, se habla de organismos:

Aeróbicos, precisan oxígeno para vivir.

Anaeróbicos, viven en ausencia de oxígeno.

Aeróbicos o anaeróbicos facultativos, pueden vivir tanto en presencia como en ausencia de oxígeno.

La mayoría de los autótrofos son fotosintéticos (ej.: plantas superiores, algunas bacterias, ..).

Los heterótrofos son mayoritariamente quimiosintéticos y aeróbicos (ej.: los animales).

En la naturaleza el carbono, el oxígeno y el nitrógeno siguen un ciclo..

Sin embargo, la energía útil procedente del Sol no sigue ningún ciclo, sino que tiene un flujo unidireccional y se está disipando continuamente.

Una ruta o vía metabólica es un conjunto de reacciones en las cuales el producto de una reacción es el sustrato de la siguiente. Cada una de las reacciones está catalizada por una enzima.

Catabolismo ‡ Conjunto de rutas metabólicas en las que se produce la ruptura ó degradación de moléculas complejas reducidas para obtener moléculas más sencillas y más oxidadas.

Anabolismo ‡ Conjunto de rutas metabólicas en las que se biosintetizan moléculas complejas reducidas a partir de moléculas sencillas y más oxidadas.

El catabolismo y el anabolismo son posibles gracias al fenómeno del acoplamiento energético.

El ATP es la principal molécula que poseen las células para conservar la energía libre (útil) que es liberada en los procesos catabólicos y para aportar la que se necesita para realizar un trabajo biológico.

Los estados reducidos de los cofactores redox NAD<sup>+</sup> , NADP<sup>+</sup> y FAD, son formas temporales de almacenamiento de energía libre.

### ¿Qué es el ATP?

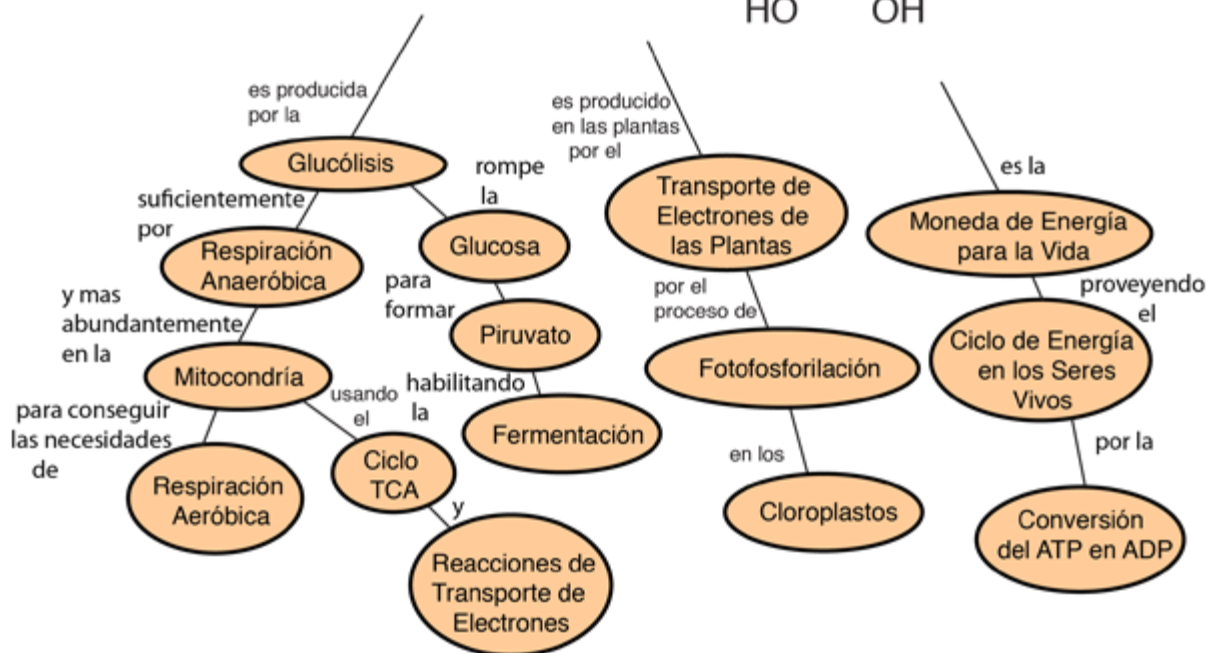
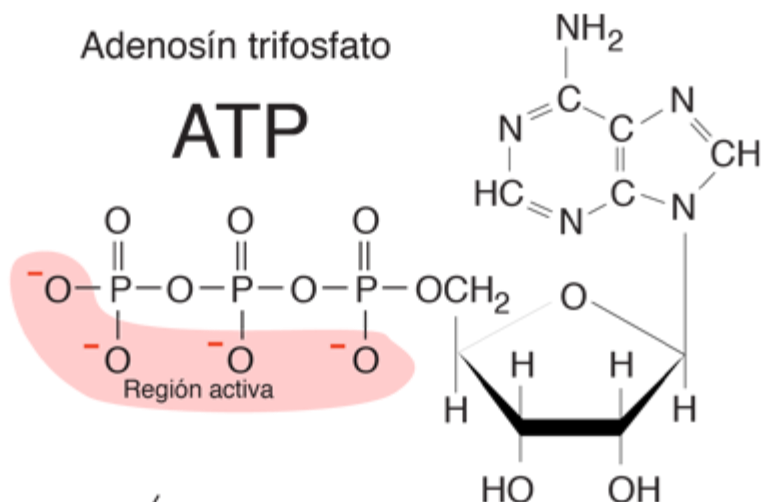
Trifosfato de Adenosina

El adenosín trifosfato (ATP), es considerado por los biólogos como la moneda de energía para la vida. Es una molécula de alta energía que almacena la energía que necesitamos para realizar casi todo lo que hacemos. Está presente en el citoplasma y en el nucleoplasma de cada célula. Esencialmente todos los mecanismos fisiológicos que requieren energía para su ejecución, la obtienen directamente desde el ATP almacenado. Cuando los alimentos en las células se oxidan gradualmente, la energía liberada se utiliza para volver a formar ATP, de modo que la célula siempre mantiene el suministro de esta molécula esencial. Karp cita una estimación de que se forma más de  $2 \times 10^{26}$  moléculas o >160kg de ATP en el cuerpo humano ¡diariamente!. El ATP es destacable por su capacidad para entrar en muchas reacciones acopladas, tanto en los alimentos para extraer la energía, como con las reacciones en otros procesos fisiológicos para proporcionarles energía. En los sistemas animales, el ATP puede ser sintetizado en el proceso de glucólisis en el cual hay una producción neta de dos moléculas de ATP en un ciclo. Esta glucólisis es un paso principal en la respiración anaeróbica. En la respiración aeróbica la glucólisis también es una fuente de ATP, sin embargo, el proceso más productivo en las fábricas de pequeñas energías llamada mitocondria juega un papel fundamental en la producción de ATP.

Los seres vivos pueden usar el ATP como una batería. El ATP, alimenta reacciones necesitadas de la pérdida de uno de sus grupos de fósforo para formar ADP, pero se puede utilizar la energía de los alimentos en las mitocondrias, para convertir el ADP de nuevo en ATP, y que la energía vuelva a estar disponible para realizar el trabajo necesario. En las plantas, la energía solar se puede utilizar para convertir el compuesto menos activo, de vuelta, a la forma altamente energética. En los animales, se utiliza la energía de las moléculas de almacenamiento de alta energía, para hacer lo necesario para mantenerse con vida, y luego "recargarlas" para ponerlas de nuevo en el estado de alta energía. La oxidación de la glucosa en las células eucariotas, opera en un ciclo llamado ciclo TCA o ciclo de Krebs, que proporciona energía para la conversión del ADP en ATP.

## Adenosín trifosfato

# ATP



La oxidación de los principios inmediatos que se lleva a cabo en las reacciones de catabolismo, consiste en una pérdida de electrones que en muchos casos esta asociada a la pérdida de protones.

Los protones que se liberan en la oxidación antes de llegar al aceptor final (**molecula aceptor final de hidrogenos**) son captados por los denominados transportadores de hidrogenos que pueden ser el NAD, NADP, FAD, los coenzimas de las deshidrogenasas, que a su vez se reducen a NADH, NADPH y FADH<sub>2</sub>. Cuando estos se oxidan, ceden electrones y protones. Los electrones son transportados por un conjunto de moléculas transportadoras, los citocromos, cuyo conjunto de moléculas constituye la denominada **cadena respiratoria**, hasta el último aceptor de electrones (el O<sub>2</sub>) que al unirse a los protones forma H<sub>2</sub>O. Durante este último proceso, la transferencia de electrones libera gran cantidad de energía que se acumula en forma de ATP en el proceso denominado fosforilación oxidativa.

### Existen dos modalidades básicas de catabolismo: La respiración y la fermentación.

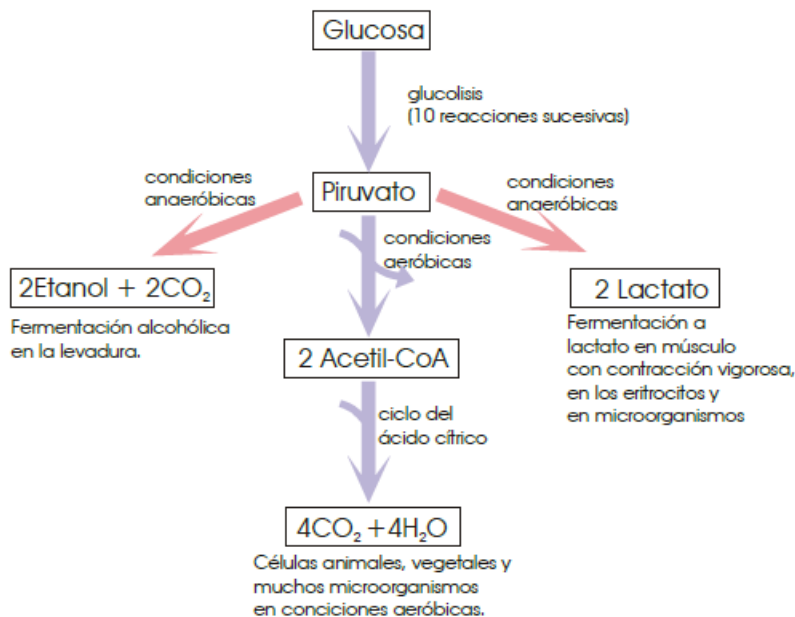
Por respiración, en sentido amplio o macroscópico, se entiende, la captación de O<sub>2</sub> del ambiente por parte de un organismo multicelular y la consiguiente liberación de CO<sub>2</sub>, pero los bioquímicos y biólogos celulares utilizan el término en sentido microscópico para referirse a los procesos moleculares involucrados en el consumo de O<sub>2</sub> y en la producción de CO<sub>2</sub> por parte de las células. Para ser más precisos, este último proceso puede denominarse **respiración celular**.

**La respiración celular** se entiende como un proceso degradativo del catabolismo en el que moléculas orgánicas se oxidan de modo que el último aceptor de electrones de las moléculas que se oxidan, es una molécula inorgánica que a su vez se reduce. Cuando esta molécula es el O<sub>2</sub> se habla de respiración aerobia; en este caso el O<sub>2</sub> se reduce cogiendo los electrones de las sustancias que se oxidan, se une a los H<sup>+</sup> y se produce agua. Cuando el último aceptor de electrones no es el oxígeno (pueden ser otras moléculas inorgánicas: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>2</sub>, que se reducen respectivamente a, (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) nitrito, (S<sup>2-</sup>) sulfuro, o (CH<sub>4</sub>) metano), se habla de **respiración anaerobia**.

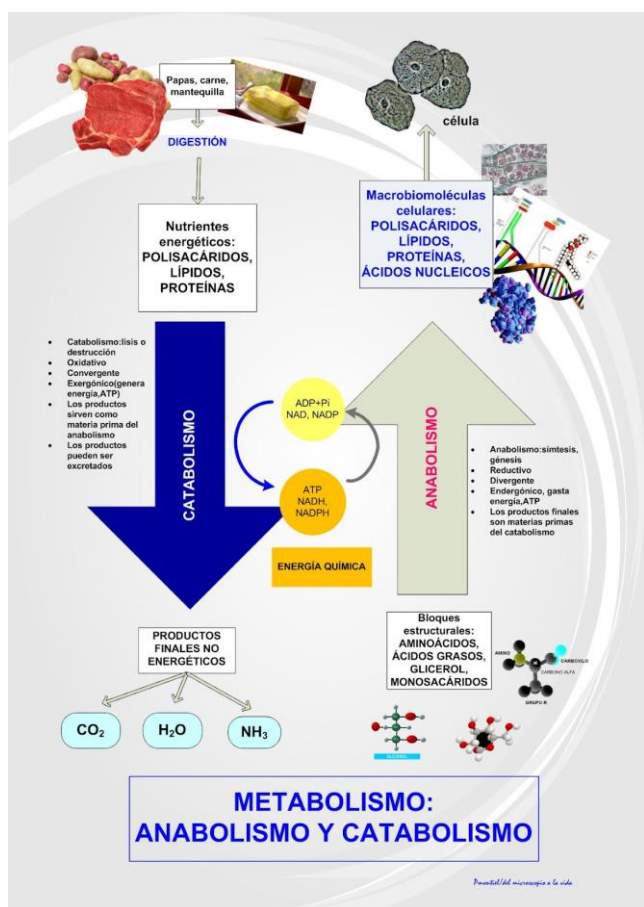
(La sustancia que se oxida, pierde electrones y al mismo tiempo se pierde protones. La sustancia que se reduce gana electrones y a su vez puede captar protones)

**La fermentación:** es una modalidad de catabolismo que se caracteriza por que la degradación de moléculas también se lleva a cabo por un proceso de oxidación, pero se diferencia de la respiración celular en que tanto el dador como el aceptor final de electrones son moléculas orgánicas.

Es un proceso de degradación anaerobia de la glucosa u otros nutrientes orgánicos a diversos productos (característicos de los distintos organismos, lactato, alcohol etílico, etc.) para obtener energía en forma de ATP. Debido a que los organismos vivos aparecieron primeramente en una atmósfera falta de oxígeno, la degradación anaeróbica de la glucosa es probablemente el mecanismo biológico más antiguo para obtener energía a partir de moléculas combustibles orgánicas. Sin embargo se ha conservado hasta nuestros días, de modo que numerosos organismos procariontes (bacterias anaerobias) y muchas células eucariotas (células musculares, eritrocitos, etc.) en condiciones anaerobias realizan procesos fermentativos.



En la figura aparece la relación entre la respiración y la fermentación



## METABOLISMO CELULAR

El metabolismo se divide en dos tipos de reacciones, vías o rutas:

1. **Anabolismo:** es sintetizar, crear, armar o fabricar biomoléculas.
2. **Catabolismo:** degradar, separar, desarmar biomoléculas.



**CATABOLISMO**

Proceso metabólico por medio del cual las sustancias complejas se degradan a sustancias más simples con liberación energía (SE OBTIENE ATP).

**Ejemplos de dos tipos de catabolismos**

- Catabolismo anaeróbico** (Ocurre en el citoplasma)  
El aceptor de electrones no es el oxígeno, es otra molécula.  
Ejemplo: la fermentación
- Catabolismo aeróbico** (Ocurre en el citoplasma y mitocondria)  
El aceptor de electrones es el oxígeno molecular.  
Conduce finalmente a la obtención de moléculas de ATP.

**Catabolismo**

- Transformación de biomoléculas complejas en moléculas sencillas, para obtener energía en forma de ATP (reacciones exergónicas).

**Degradación:**

- Lípidos complejos
- Carbohidratos complejos
- Proteínas
- Principal es la Respiración

**Anabolismo:**

Proceso metabólico por medio del cual se construyen o sintetizan sustancias orgánicas complejas a partir de sustancias más simples con gasto de energía. También recibe el nombre de biosíntesis.

**Ejemplos de algunos procesos de anabolismo:**

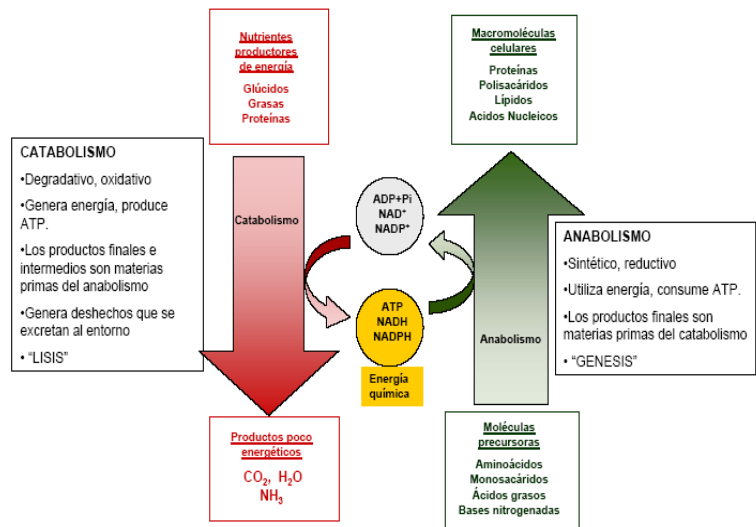
- Fotosíntesis.
- Síntesis de aminoácidos
- Síntesis de proteínas.
- Síntesis de glúcidos.
- Síntesis de lípidos.

**Anabolismo**

- Síntesis o formación de biomoléculas más complejas a partir de otras moléculas más sencillas, con requerimiento de energía (reacciones endergónicas).

**Biosíntesis:**

- Lípidos complejos
- Carbohidratos complejos
- Proteínas
- Principal es la Fotosíntesis



**LO SEGUIREMOS ACLARANDO CON PREGUNTAS CONCRETAS RESUELTAS DE LOS EXÁMENES PARA ESTUDIAR**

**Explica en qué consiste la fermentación. Cita dos tipos de fermentación de interés en la producción de alimentos e indica el organismo responsable**

Explicar que la fermentación es un proceso catabólico para obtener energía en el citoplasma en condiciones anaerobias.

Ejemplos: fermentación láctica por Lactobacillus para producir yogurt y fermentación alcohólica por Saccharomyces cerevisiae para producir cerveza.

**Define anabolismo y catabolismo citando un ejemplo de cada uno. ¿Cómo se clasifican los organismos según su forma de obtener carbono y la fuente de energía que utilizan?**

El alumno definirá anabolismo como procesos de biosíntesis que requieren energía (por ejemplo gluconeogénesis, ciclo de Calvin, etc.) y catabolismo como procesos de degradación que liberan energía (glucólisis,  $\beta$ -oxidación, etc.). Los organismos pueden ser autótrofos y heterótrofos. Los autótrofos utilizan como fuente de materia sustancias inorgánicas para construir biomoléculas orgánicas. Según la fuente de energía, los autótrofos son: fotosintéticos (fuente de energía la luz solar y fuente de carbono el  $\text{CO}_2$ ) o quimiosintéticos (fuente de energía la materia inorgánica). Los seres vivos heterótrofos utilizan como fuente de materia sustancias orgánicas que contienen la energía disponible en sus enlaces.

### Compara el metabolismo autótrofo y el metabolismo heterótrofo.

**Metabolismo autótrofo:** Se consideran organismos autótrofos aquellos que son capaces de sintetizar moléculas orgánicas a partir de la energía de los fotones de la radiación luminosa (fotoautótrofos) o de la energía de enlace contenida en las moléculas inorgánicas (quimioautótrofos) a partir de compuestos inorgánicos simples como  $\text{CO}_2$ , agua y sales minerales..

**Metabolismo heterótrofo:** Los organismos heterótrofos son aquellos que obtienen la energía de la rotura de enlaces de las moléculas orgánicas, que constituyen su alimento, las cuales son transformadas en productos inorgánicos u orgánicos más sencillos.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que se produce en el interior de las células y que conduce a la transformación de unas biomoléculas en otras. Todas las reacciones metabólicas están reguladas por enzimas específicos.

### QUINTA CUESTIÓN:

Diferencias entre respiración aerobia y fermentación (1 punto). ¿Cuál de los dos procesos anteriores produciría mayor energía a partir de una molécula de glucosa?

Explicalo razonadamente (1 punto).

La respiración aerobia es un proceso catabólico cuyo objetivo es la obtención de energía aprovechable por la célula (ATP). Se da en organismos aerobios (que requieren oxígeno para vivir), y se da a nivel de la mitocondria en células eucariotas. Es un proceso catabólico que consiste en una "oxidación completa" de los compuestos orgánicos hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , los electrones generados en este proceso de oxidación se transferirían a través de una serie de compuestos intermediarios de oxido-reducción (cadena de transporte electrónico), hasta el aceptor final inorgánico de electrones: el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) (que se reduciría a agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )). El transporte electrónico también estaría acoplado a un sistema para la síntesis de ATP (fosforilación oxidativa).

Usa  $\text{O}_2$  molecular.

Degrada la glucosa a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  Exergónica.

Recupera cerca del 50% de energía química Presente en la mayoría de los organismos. Utiliza enzimas localizadas en las mitocondrias.

La vía aerobia incluye todas aquellas rutas metabólicas (catabólicas), que precisan oxígeno para realizarse. En esta vía, los compuestos orgánicos sencillos que se han producido durante la vía anaerobia (productos de la glucólisis, ácidos grasos, aminoácidos, ácidos nucleicos), resultarían oxidados totalmente hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ : mediante el ciclo de krebs.

La fermentación fue descubierta por Louis Pasteur, quien la describió como la vie sans l'air (la vida sin el aire). La fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras. La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, y el producto final es un compuesto orgánico. Según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación. La fermentación celular es un proceso muy importante para las células. Es un proceso que se da siempre en condiciones anaerobias, y comparte junto con la respiración celular, la función de degradar productos o moléculas complejas en otras más sencillas para la obtención de energía.

La clave diferencial de estos dos procesos es si interviene o no la cadena de transporte de electrones. Respiración: Sí  
Fermentación: No

Desde el punto de vista energético, las fermentaciones son muy poco rentables si se comparan con la respiración aerobia, ya que a partir de una molécula de glucosa solo se obtienen dos moléculas de ATP, mientras que en la respiración se producen de 36 a 38. Esto se debe a la oxidación del NADH que, en lugar de penetrar en la cadena respiratoria, cede sus electrones a compuestos orgánicos con poco poder oxidante.

### CUARTA CUESTION:

En relación con el esquema adjunto, contesta las siguientes cuestiones:

a) ¿Cómo se denominan los procesos bioquímicos A, B, C y D? (1 punto).

b) En ciertas condiciones, determinadas células humanas llevan a cabo el proceso C.

Explica en qué condiciones se produce y en qué consiste dicho proceso (1 punto).



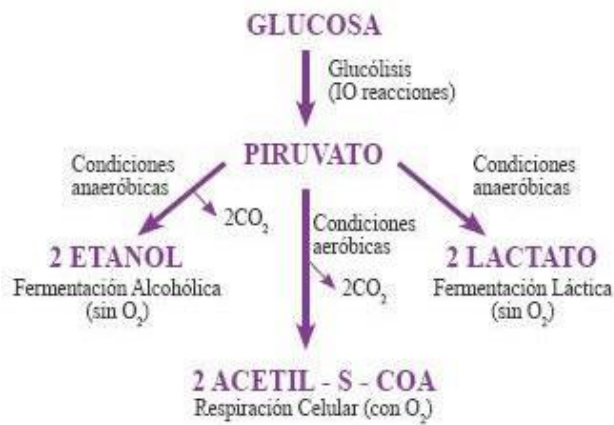
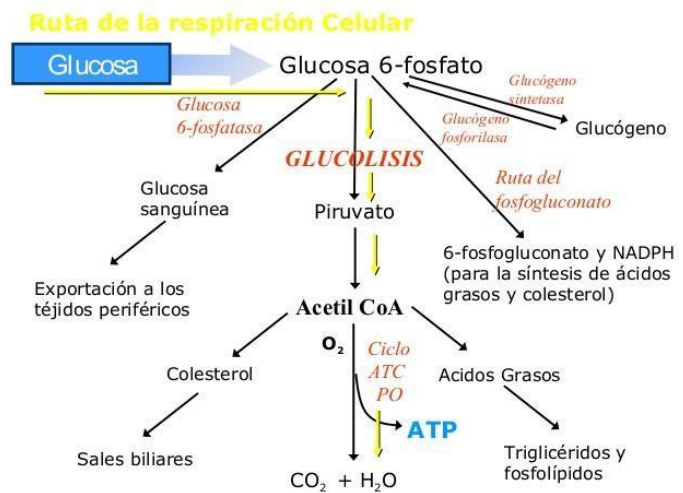


Figura 2. Rutas del piruvato: en células animales el piruvato puede pasar a lactato o a acetil CoA



La **glucólisis** (del griego *glycos*, azúcar y *lysis*, ruptura), es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo.

Luego de que una molécula de glucosa se transforme en 2 moléculas de piruvato, las condiciones del medio en que se encuentre determinarán la vía metabólica a seguir.

Oxidación completa, en condiciones aerobias, con O<sub>2</sub>.

Fermentación láctica, en condiciones anaerobias.

Fermentación alcohólica, en condiciones anaerobias.

La degradación de la glucosa por la vía glucolítica produce piruvato.

Éste en condiciones anaeróbicas puede seguir una fermentación y produce: etanol, lactato, etc... y en condiciones aerobias se produciría una oxidación completa (B), degradándose hasta CO<sub>2</sub> (acetil-CoA)

FERMENTACIONES (C y D)

En el tejido muscular, en anaerobiosis, el piruvato se reduce a lactato.

Los micro-organismos que degradan glucosa en anaerobiosis son fermentativos y pueden generar etanol, lactato, etc sea el piruvato formado en la GLUCOLISIS sigue una de las vías:

- ANAEROBIA: Fermentación (C, D)
- AEROBIA: Respiración celular (B)

En organismos aeróbicos, el piruvato seguirá oxidándose por la enzima piruvato deshidrogenasa y el ciclo de Krebs, creando intermediarios como NADH y FADH<sub>2</sub>. Estos intermediarios no pueden cruzar la membrana mitocondrial, y por lo tanto, utilizan sistemas de intercambio con otros compuestos llamados lanzaderas (en inglés, shuttles). De esta manera, se puede obtener hasta 30 moles de ATP a partir de 1 mol de glucosa como ganancia neta.

Sin embargo, cuando las células no posean mitocondrias (ej: eritrocito) o cuando requieran de grandes cantidades de ATP (ej.: el músculo al ejercitarse), el piruvato sufre fermentación que permite obtener 2 moles de ATP por cada mol de glucosa, por lo que esta vía es poco eficiente respecto a la fase aeróbica de la glucólisis.

El tipo de fermentación varía respecto al tipo de organismos: en levaduras, se produce fermentación alcohólica, produciendo etanol y CO<sub>2</sub> como productos finales, mientras que en músculo, eritrocitos y algunos microorganismos se produce fermentación láctica, que da como resultado ácido láctico o lactato.

**Fermentación láctica (C).** La fermentación láctica es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en la matriz citoplásmica de la célula, en la cual se fermenta la glucosa (se oxida parcialmente) para obtener energía metabólica y un producto de desecho que principalmente es el ácido láctico (fermentación homoláctica), además de otros ácidos (fermentación heteroláctica). Se trata de un proceso biológico en el que los azúcares presentes en el medio (generalmente azúcares de seis carbonos como son la glucosa, galactosa y fructosa) se transforman en ácido láctico. La presencia de ácido láctico como metabolito en los alimentos provoca la desactivación de los procesos de descomposición, y por lo tanto la fermentación láctica es tradicionalmente empleada como un método de conserva de alimentos. Las bacterias capaces de promover este proceso biológico se denominan bacterias lácticas.<sup>3</sup>

**QUINTA CUESTIÓN.-** Indique las diferencias entre la vía metabólica aerobia y la vía metabólica anaerobia (1.0 punto). Cite un ejemplo de cada una y explique uno de ellos (1.0 punto).

**Vías metabólicas**

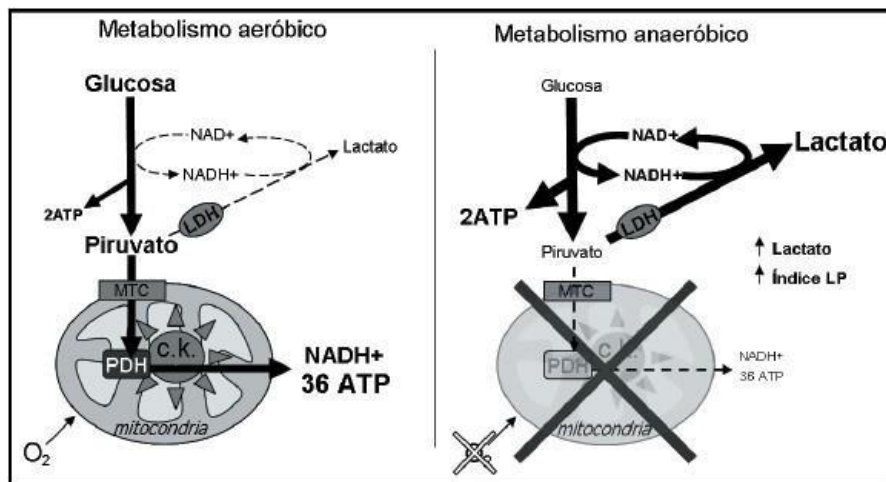
**Catabolismo:**

El catabolismo es la rotura (degradación) de moléculas complejas ricas en energía, como las proteínas, los carbohidratos y las grasas, dando lugar a otras más simples, la energía liberada es capturada como trifosfato de adenosina ( ATP ) y almacenada para ser utilizada en reacciones sintéticas , anabólicas.

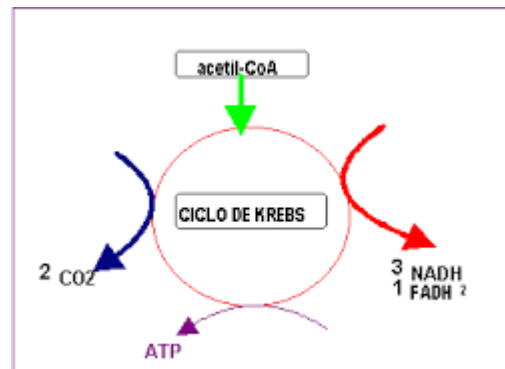
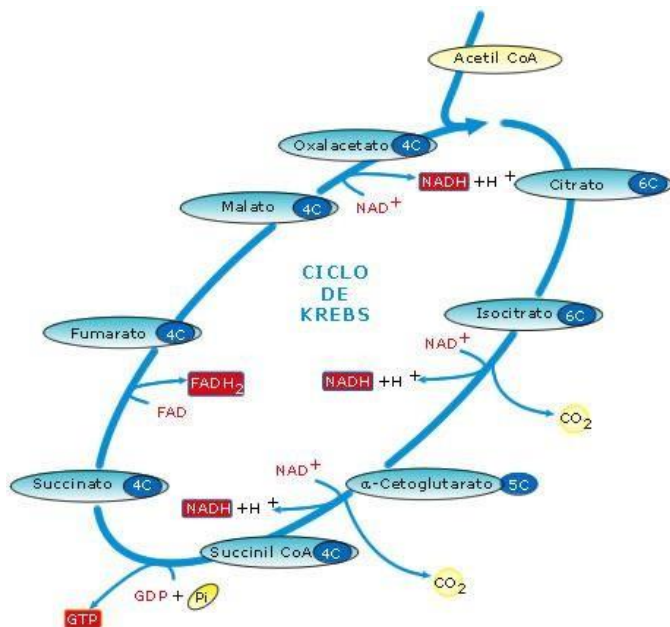
**Anabolismo:**

El anabolismo es la síntesis de moléculas complejas a partir de otras más simples, por ejemplo las proteínas a partir de aminoácidos y glucógeno de la glucosa. Las reacciones sintéticas requieren energía que proviene de hidrólisis de ATP.

Ejemplos de las vías catabólicas y anabólicas	
Vías catabólicas los nombres terminan en lisis que significa romper.	Vías anabólicas Los nombres terminan en génesis que significa crear.
Glucogenólisis: degradación del glucógeno.	Glucogénesis: síntesis de glucógeno. Síntesis de
Proteólisis: degradación de las proteínas.	proteínas.
Lipólisis: degradación de ácidos grasos.	Lipogénesis: síntesis de ácidos grasos.
Glucólisis: degradación de la glucosa	Gluconeogénesis: síntesis de glucosa



El metabolismo aeróbico requiere oxígeno y el metabolismo anaeróbico se produce sin oxígeno. Estos dos procesos no son aislados sino que suelen trabajar en concurrencia.



**¿Cuál es el objetivo principal del ciclo de Krebs y cuál es su localización intracelular?**

El ciclo de Krebs (también llamado ciclo del ácido cítrico o ciclo de los **ácidos** tricarboxílicos) es una ruta metabólica, es decir, una sucesión de **reacciones químicas**, que forma parte de la **respiración** celular en todas las **células** aeróbicas.

En células eucariotas se realiza en la matriz de la mitocondria.

En las procariontas, el ciclo de Krebs se realiza en el citoplasma, concretamente en el citosol.

En organismos aeróbicos, el ciclo de Krebs es parte de la vía catabólica que realiza la oxidación de glúcidos, ácidos

grasos y aminoácidos hasta producir CO<sub>2</sub>, liberando energía en forma utilizable (**poder** reductor (NADH y FADH y GTP).

El **metabolismo** oxidativo de glúcidos, **grasas** y **proteínas** frecuentemente se divide en tres etapas, de las cuales, el ciclo de Krebs supone la segunda.

En la primera etapa, los carbonos de estas macromoléculas dan lugar a moléculas de acetyl-CoA de dos carbonos, e incluye las vías catabólicas de aminoácidos (p. ej. desaminación oxidativa), la beta oxidación de ácidos grasos y la glucólisis.

La tercera etapa es la fosforilación oxidativa, en la cual el poder reductor (NADH y FADH<sub>2</sub>) generado se emplea para la **síntesis** de ATP según la **teoría** del acoplamiento quimiosmótico.

El ciclo de Krebs también proporciona precursores para muchas biomoléculas, como ciertos aminoácidos. Por ello se considera una vía anfibólica, es decir, catabólica y anabólica al mismo **tiempo**.

El Ciclo de Krebs fue descubierto por el alemán Hans Adolf Krebs, quien obtuvo el Premio Nobel.