

## **BIOQUÍMICA**

### **Tema II: Metabolismo de los glúcidos, lípidos y aminoácidos**

**Conferencia 4      Actividad N0: 6**

**Método: elaboración conjunto y expositivo.**

**Título: Metabolismo de los Carbohidratos.**

**Sumario:**

**Degradación del Almidón y el glucógeno**

**Glicólisis.**

**Fermentación.**

**Balance material y energético**

**Vía del fosfocluconato.**

## **OBJETIVOS**

Describir las características del proceso de degradación del almidón y de la glicólisis .

Expresar la importancia de la vía glicolítica.

Expresar la importancia de la vía del fosfogluconato (vía de las pentosas)

## **OBJETIVOS METODOLÓGICO Y EDUCATIVOS.**

Estimular el desarrollo de la responsabilidad a través del cumplimiento de tareas docentes.

Reforzar los hábitos correctos de educación formal a través del proceso docente educativo.

Reflexionar sobre situación mundial con el agua y la alimentación

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bioquímica para Estudiantes de Ciencias Agropecuarias p. 148 - 168

Bioquímica. A.L. Lehninger Cap. 16 y 17.

## INTRODUCCIÓN

### **Retoalimentación de los contenidos anteriores.**

De la respiración celular diga:

- ¿Dónde se localiza y que procesos involucra?
- ¿Qué importancia tiene?
- Argumente la relación del ciclo de Krebs, la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa?
- ¿Qué se entiende por fosforilación a nivel de sustrato? Cite un ejemplo.
- ¿Por qué se plantea que el ciclo de Krebs tiene naturaleza anfibólica? Explique en qué consiste esta propiedad.

### **Motivación**

Recordar a través de elaboración conjunta:

- El término respiración se utiliza para describir los procesos en los que los metabolitos celulares son oxidados y los protones  $H^+$  son transferidos hasta el  $O_2$  formándose  $H_2O$  y  $CO_2$ , y la energía que es liberada en diversos pasos se traduce en la energía del enlace fosfato del ATP y en otras formas adecuadas para el trabajo metabólico.
- Los sustratos de la respiración derivan en último término de biomoléculas de reserva de alto PM, fundamentalmente carbohidratos, proteínas y lípidos.
- Los polisacáridos de glucosa son importantes reservorios de energía que pueden ser utilizados en la producción de ATP y de esqueletos carbonados.
- La sacarosa y el almidón constituyen los principales sustratos respiratorios en las plantas, aunque en otros tejidos puedan ser utilizados también otros carbohidratos como fructosa y azúcares alcohólicos.
- ¿Cómo pueden ser utilizados como fuente de energía por las plantas estas biomoléculas?
- En esta conferencia describiremos las principales vías del catabolismo de los carbohidratos y como los productos obtenidos pueden ser metabolizados por diferentes vías.
- **CATABOLISMO DE CARBOHIDRATOS.**

El catabolismo de los carbohidratos comprenden una serie de vías metabólicas mediante las cuales se produce la degradación del poli, oligo y Monosacáridos. En nuestro caso estudiaremos las principales vías de degradación del almidón y la glucosa. (Principio de los cambios graduales)

### **DEGRADACIÓN DEL ALMIDÓN.**

El almidón es la principal forma de almacenamiento de combustible en la mayoría de los vegetales.

**Hablar de los carbohidratos como principal fuente de alimento en los países pobres por su bajo costo.**

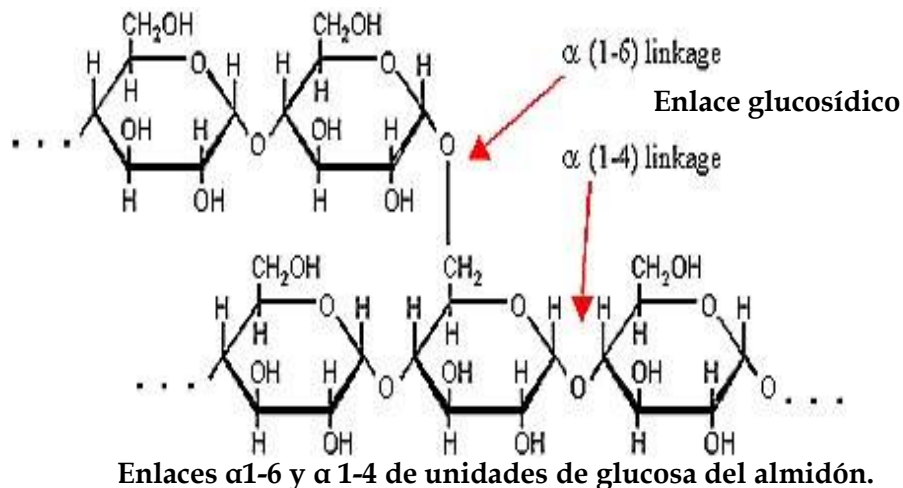
### Recordar estructura del almidón (elaboración conjunta)

El almidón se encuentra en dos formas la  $\alpha$  - amilosa y la amilopectina.

La  $\alpha$  - amilosa está constituida por cadenas largas no ramificadas en las que todas las unidades de D - glucosa se hallan unidas por enlaces  $\alpha$  (1 $\rightarrow$ 4).

La amilopectina es una estructura ramificada en que las unidades de D glucosa están unidas por enlaces  $\alpha$  (1-6) y ( $\alpha$  1-4).

### Preguntar que significa linkage (Estrategía Ingles)



### ETAPAS DE LA DEGRADACIÓN DEL ALMIDÓN

Reducción del granulo a maltodextrinas solubles

Desramificación y degradación de las maltodextrinas a maltosa y glucosa

Degradación de la glucosa.

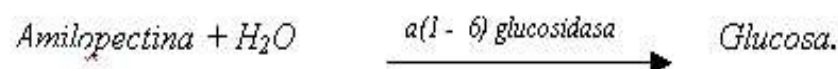
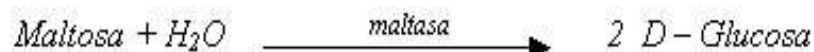
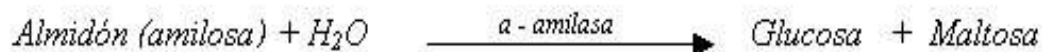
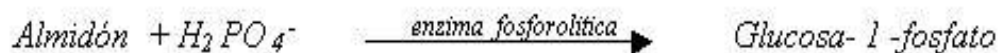
En el proceso de degradación del almidón participan diferentes enzimas entre las cuales se encuentra las siguientes:

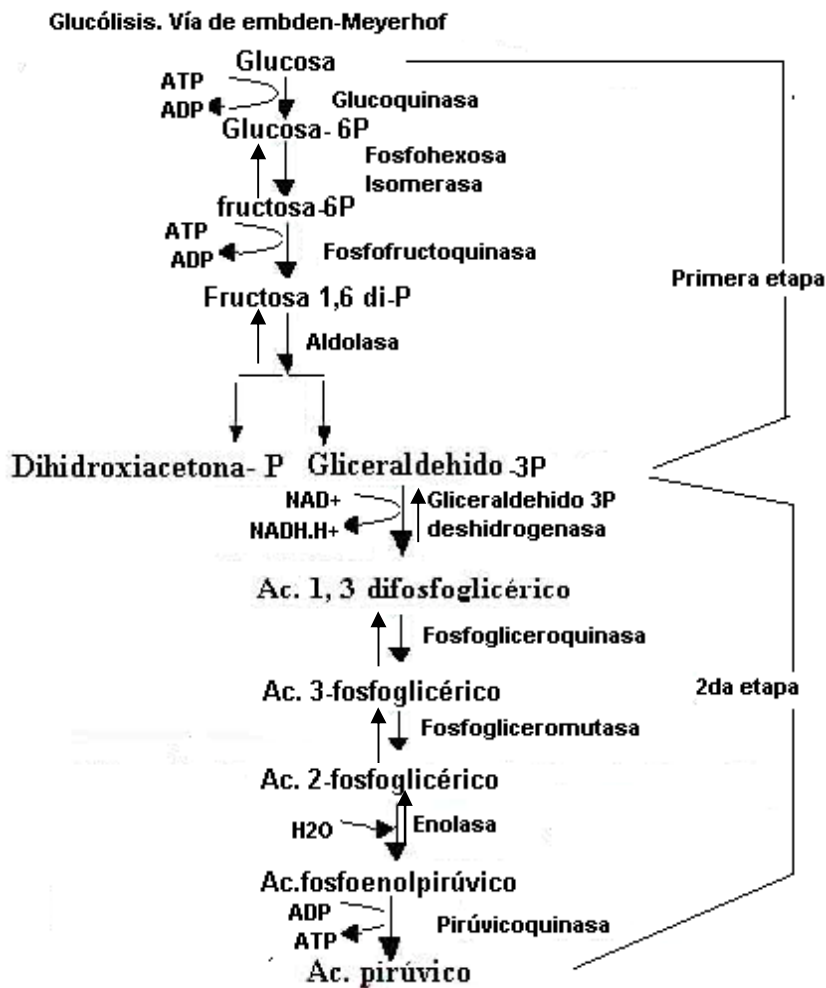
Enzimas que rompen los enlaces (1 $\rightarrow$ 4).

$\alpha$  - Amilasa: ataca cualquier parte de la cadena

$\beta$  - Amilasa: comienza por el extremo no reductor

Enzimas desramificantes (rompen enlaces (1 $\rightarrow$ 6).



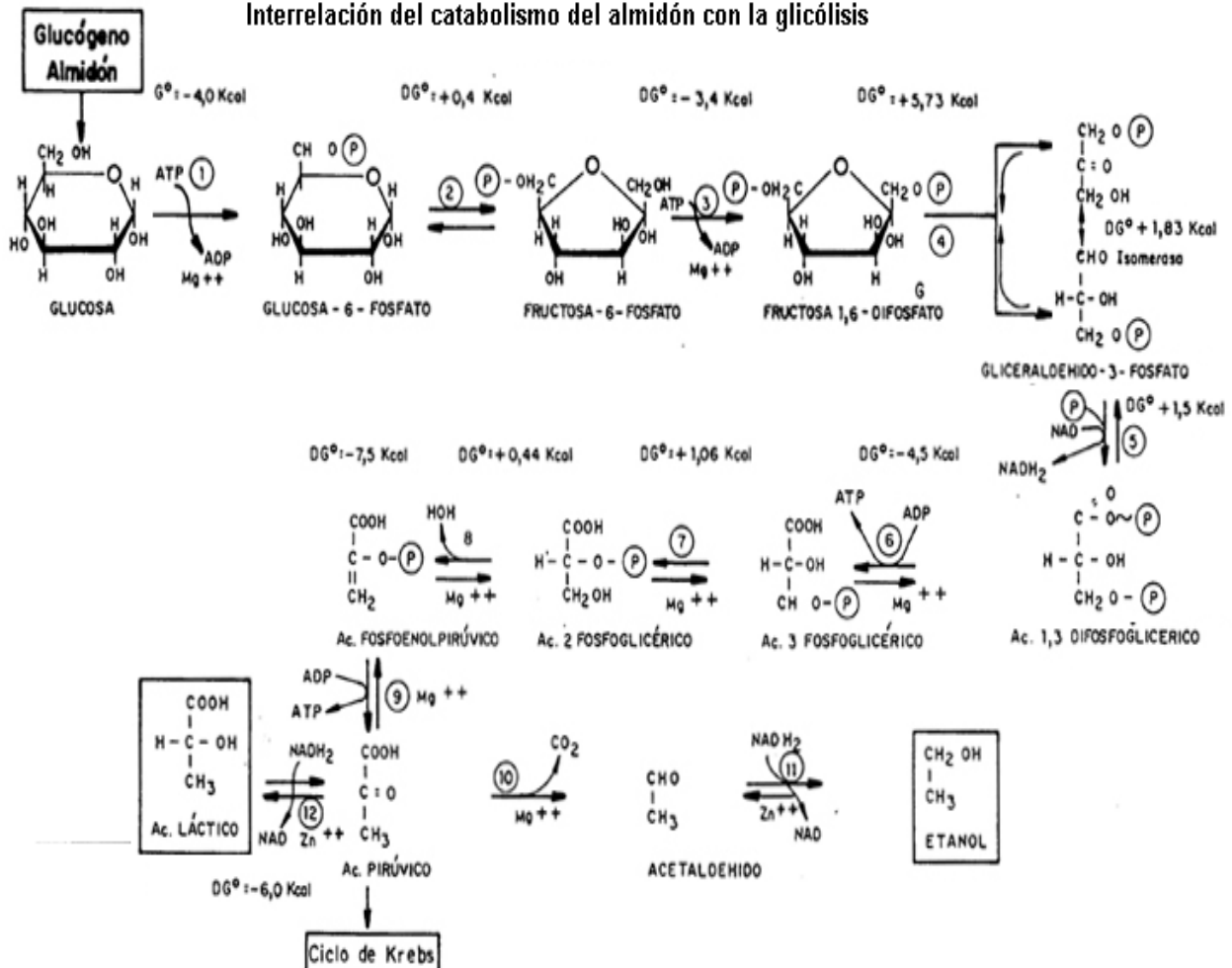


La glucosa en la célula se degrada mediante una serie de reacciones concatenadas que conducen a la formación de piruvato, con la producción concomitante de ATP. A este proceso se le denomina glucólisis, y es una ruta casi universal de los organismos vivos. La glucólisis permite la obtención de energía tanto en condiciones aerobias como anaerobia.

Las reacciones de la glucólisis ocurren en la porción soluble de citoplasma. A esta vía también se le conoce con el nombre de Embden-Meyerhof-Parnas, en honor a tres investigadores de la misma. **Recordar característica de procesos catabólicos (elaboración conjunta)**

En general el proceso se puede considerar en dos etapas. En la primera, la hexosa da lugar a dos triosas, en la segunda, estas moléculas de 3 carbonos se transforman en pirúvico. En esta etapa es que ocurre la oxidación y las fosforilaciones a nivel de sustrato.

## Interrelación del catabolismo del almidón con la glicólisis

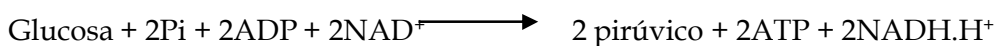


## Principio de transferencia de energía

## Rendimiento energético de la glucólisis.

Como se puede apreciar en la figura anterior la transformación de la glucosa en ácido pirúvico consume dos moléculas de ATP y produce cuatro, y se logra un balance positivo de 2 ATP. Por otra parte además de pirúvico se produce  $\text{NADH.H}^+$ . Para que el proceso pueda continuar con velocidad apreciable en la dirección degradativa, es necesario la reoxidación de los  $\text{NADH.H}^+$ .

La ecuación global del proceso es:



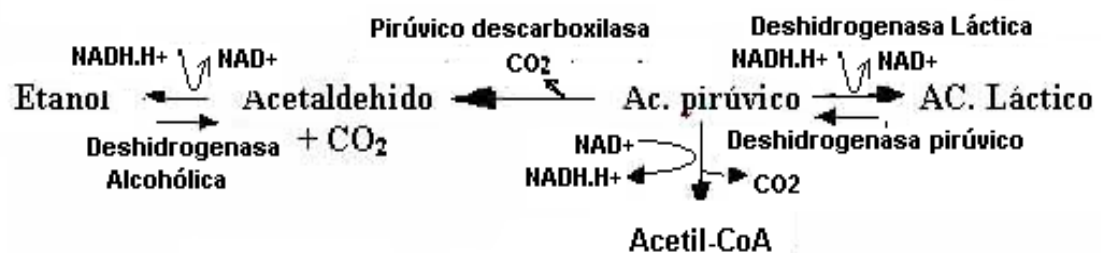
### Destinos del ácido pirúvico.

La transformación del ácido pirúvico en las células está en dependencia de la disponibilidad de  $O_2$ . Cuando existe abundancia de este elemento, la cadena respiratoria funcionará a plena capacidad y el  $NADH.H^+$  producido en la Vía glicolítica se reoxidará en la misma. Por otra parte el ácido pirúvico se descarboxila originando Acetil-CoA, que es el alimentador del ciclo de Krebs.

Si por el contrario existe ausencia de oxígeno o deficiencia relativa del mismo, tanto el ácido pirúvico como el  $NADH.H^+$  convergerán hacia la formación de ácido láctico (fermentación láctica), y de esta manera la degradación de la glucosa no se detendrá por déficit de  $NAD^+$ .

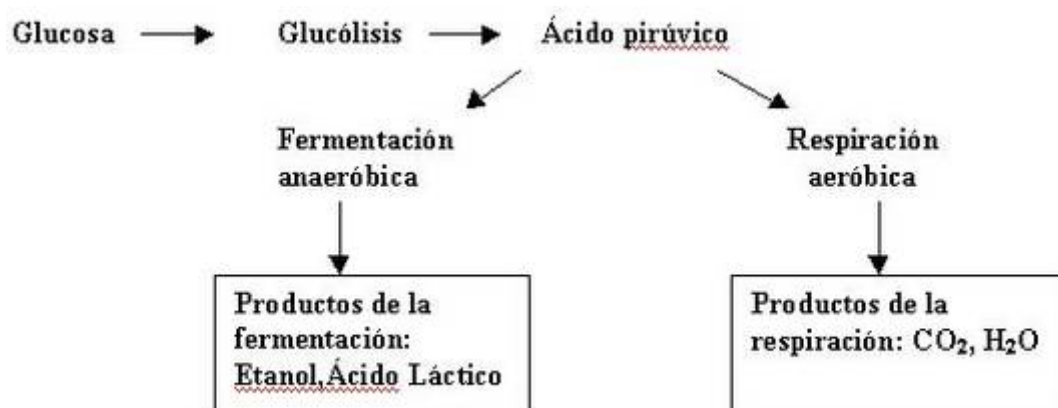
En bacterias el pirúvico puede ser convertido en etanol lo que se conoce como fermentación alcohólica.

En el siguiente gráfico se muestran los destinos del ácido pirúvico.



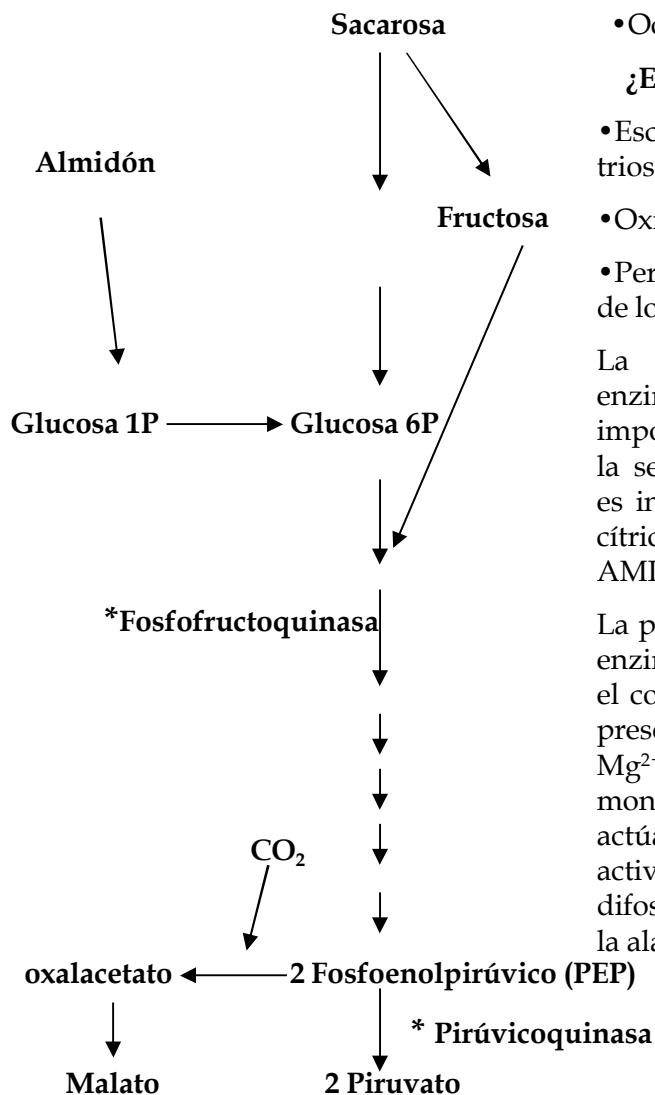
Recordar a través de pregunta los procesos involucrados en la respiración celular

Destacar la importancia del oxígeno en la atmósfera por lo que todos debemos luchar contra la contaminación ambiental



## RESUMEN DE LA GLICÓLISIS.

Tejidos vegetales....la vía glicolítica incluye las reacciones a través de las cuales la hexosa fosfato se metaboliza en piruvato, oxalacetato o malato



•Ocurre en el citosol

¿Etapas? :

•Escisión de hexosas en dos triosas

•Oxidación de las triosas y FNS

•Permite obtener energía a partir de los glúcidos. (Importancia)

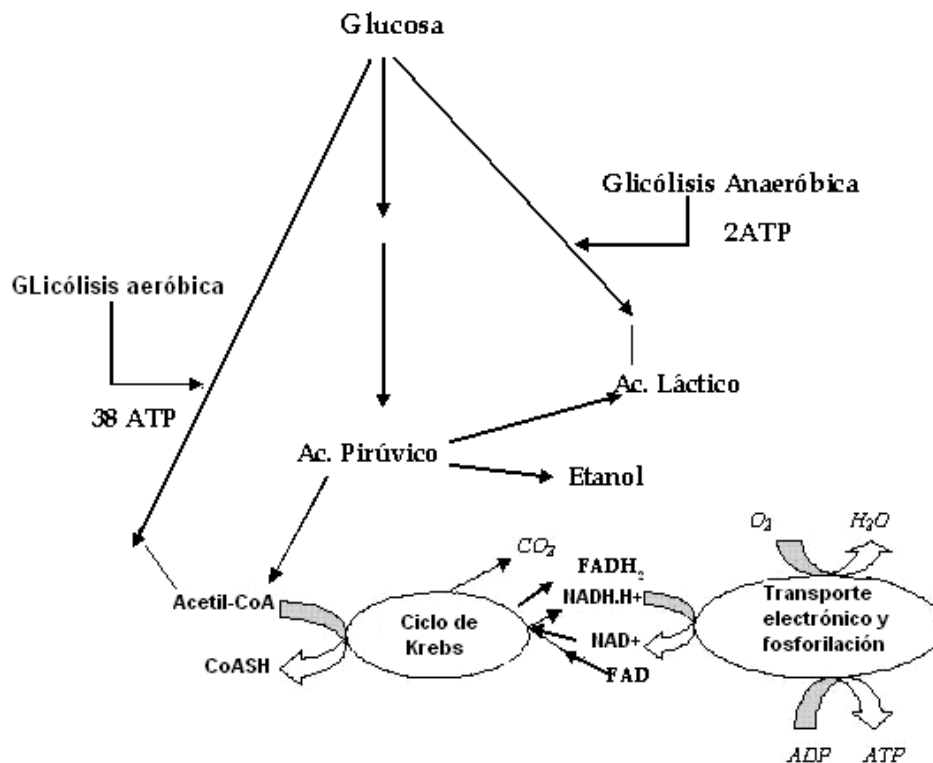
La fosfoructoquinasa es una enzima alostérica y constituye un importante punto de regulación de la secuencia glicolítica. La misma es inhibida por el ATP y el ácido cítrico y activada por el ADP y el AMP.

La pirúvicoquinasa también es una enzima alostérica, que participa en el control de la vía, requiere de la presencia de cationes divalentes  $Mg^{2+}$  y  $Mn^{2+}$  y cationes monovalentes como el  $K^{+}$ , que actúa como activador. Además es activada por la fructosa 1,6 difosfato y es inhibida por el ATP, la alanina, el Acetil~CoA.

Recordar que es una enzima alostérica y sus características a través de preguntas

En clase se realizará solo de forma general destacando que en condiciones aeróbicas es mayor que en condiciones anaeróbica. Destacar el destino de las coenzimas reducidas en ambos casos

### \_ Balance energético



### Formación de ATP en la degradación aeróbica de la glucosa

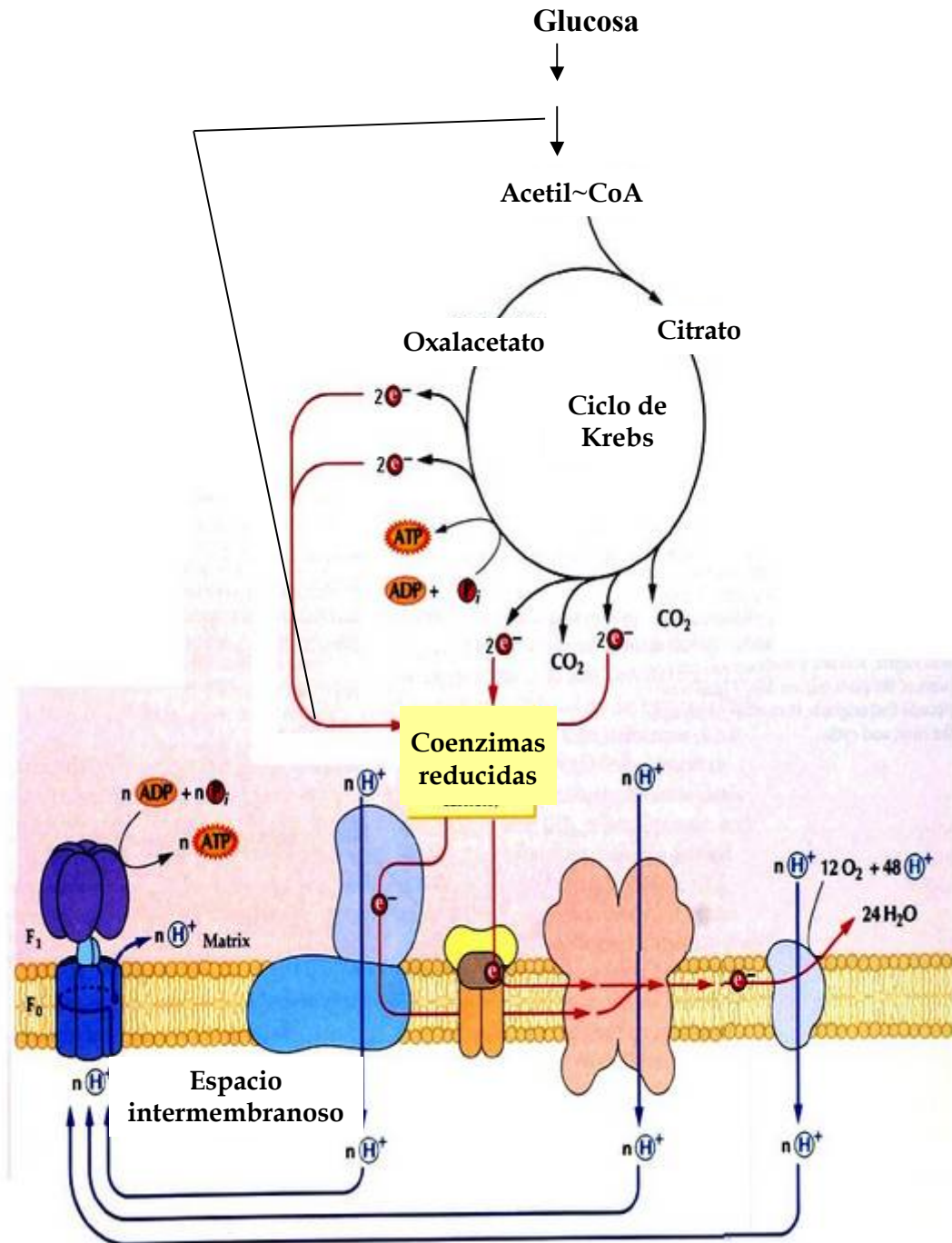
Glucosa	→	Glucosa 6-P	- 1ATP	
Fructosa 6-P	→	Fructosa 1,6 diP	- 1ATP	
				- 2ATP
2 Gliceralhído 3_P	→	2 Ac. 1,3 di-P glicérico (2NADH.H+)		2x3= 6ATP
2(1,3 di-P glicérico)	→	2( 3-P glicérico)	FNS	2ATP
2 fosfoenolpirúvico	→	2 Pirúvico	FNS	2ATP
2 Pirúvico	→	2 Acetil ~ CoA (2NADH.H+)		2x3= 6ATP
2 Acetil~CoA	CK	→	CO <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	
			2(3NADH.H+)	6x3=18 ATP
			2(FADH <sub>2</sub> )	2x2= 4ATP
			FNS	
				2ATP
				<b>Total: 38ATP</b>

Realizar el cálculo del balance energético en detalle teniendo en cuenta todas las reacciones involucradas en el trabajo independiente



## Interrelación de la vía glicolítica con la Respiración.

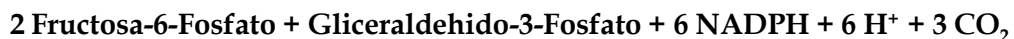
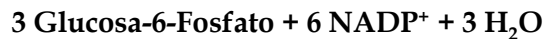
(Realizar a través de elaboración conjunta)



## VÍA OXIDATIVA DE LAS PENTOSAS

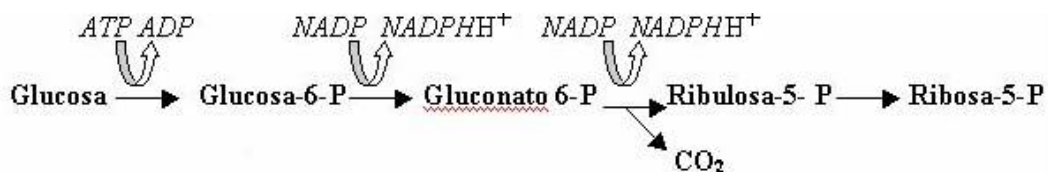
La vía de las pentosas fosfato oxida la glucosa y bajo ciertas condiciones la glucosa puede oxidarse completamente a  $\text{CO}_2$  y agua. Sin embargo, esta vía es principalmente una vía anabólica que utiliza los 6 carbonos de la glucosa para generar azúcares de 5 carbonos y equivalentes de reducción.

Reacción General:



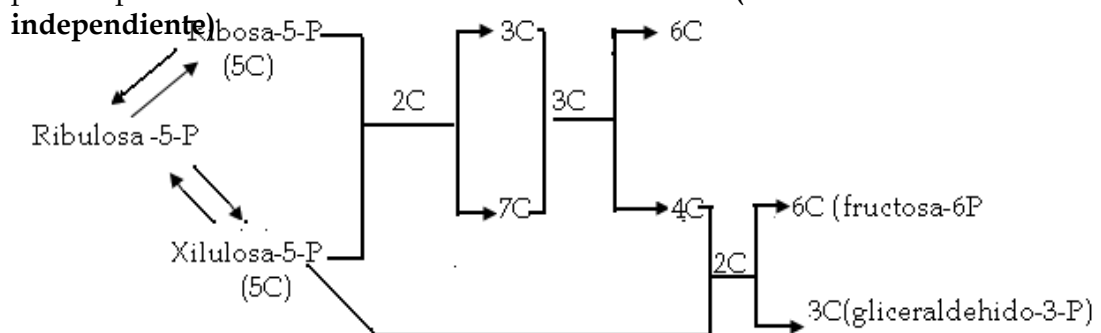
En este proceso se pueden considerar dos grandes etapas:

En la primera, la glucosa es oxidada por la glucosa 6-fosfato deshidrogenasa formándose el Ácido 6-fosfogluconico. Posteriormente este se descarboxila, catalizada por la 6-fosfogluconico deshidrogenasa, originando ribulosa 5-fosfato (una pentosa). La coenzima utilizada por estas deshidrogenasas es  $\text{NADP}^+$ . ¿De que vitamina proviene?



En la segunda etapa ocurre una serie de interconversiones, entre diferentes azúcares, que permite la transformación reciproca entre pentosas y hexosas que tienen otros azúcares como intermediarios. Todas las reacciones son reversibles y son catalizadas por dos tipos de enzimas, la transcetolasa que transfiere unidades de dos carbonos y la transaldolasa que transfiere unidades de 3 carbonos, como puede apreciarse a continuación:

(Profundizar en el estudio independiente)



### Funciones:

Producción de NADPH que se utiliza en la síntesis de ácidos grasos.

Formación de pentosas precursoras en la síntesis de nucleótidos y de ácidos nucleicos.

Conversión de pentosas en hexosas y viceversa.

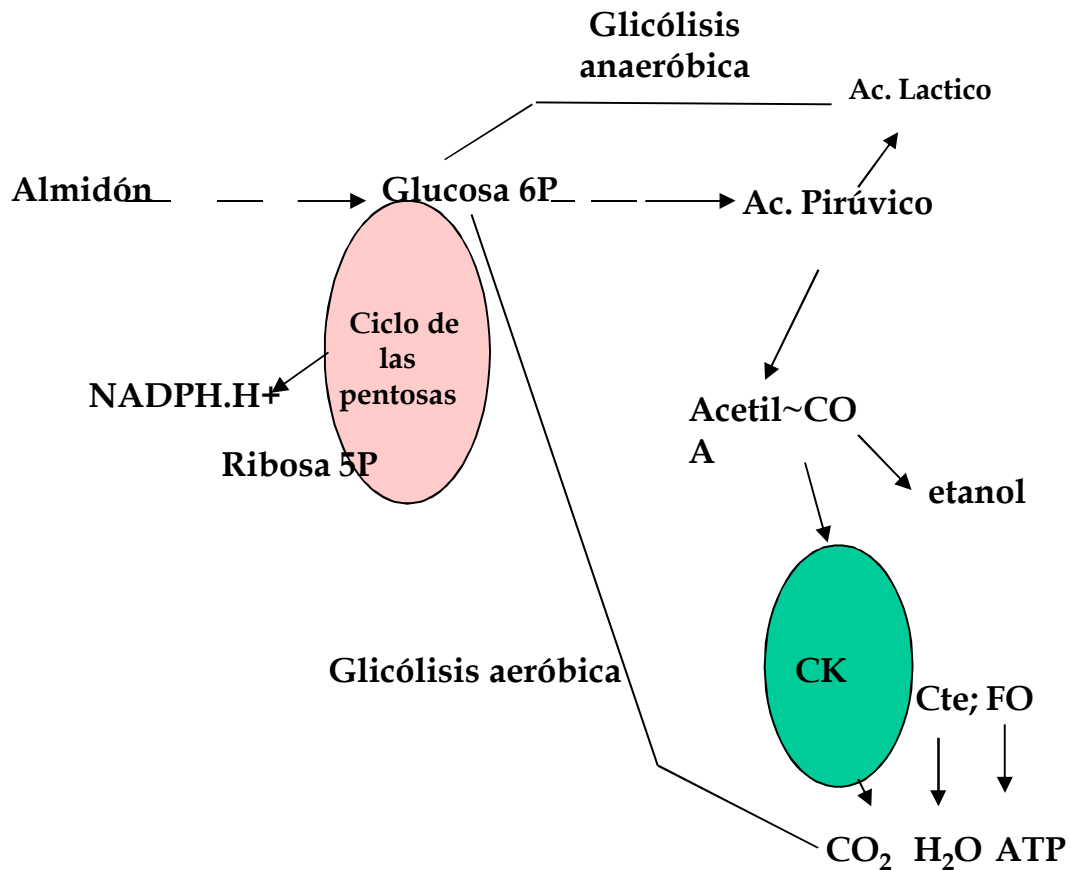
## Conclusiones

Realizar resumen a través de preguntas y por elaboración conjunta.

Diga las características del procesos de degradación del:

a) almidón

b) Glucosa

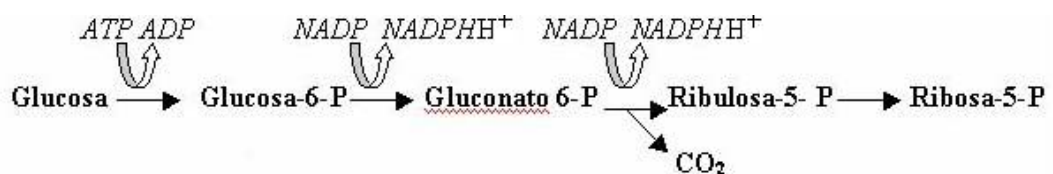


¿ Qué diferencias existe entre glicólisis aeróbica y anaeróbica?

¿Qué importancia tiene la glicólisis?

¿ Porqué se puede decir que la glucosa 6P es un metabolito de encrucijada?

¿ Qué importancia biológica tienen el ciclo de la pentosas?



Recordar que habíamos visto que el metabolismo tiene dos vertientes, la anabólica y la catabólica. El la próxima actividad comenzaremos a estudiar el anabolismo de los carbohidratos

## **Orientación del trabajo independiente .**

Revisar la sección de cuestionario del Caroline y realizar ejercicios relacionados con la temática de la clase de hoy.

Revisar conferencia en sección de documentos del curso del Caroline.

Recordar que la próxima actividad evaluada será el seminario 3 sobre: respiración celular

Ver las orientaciones que aparecen en la sección documentos en guías de laboratorio y clases prácticas

## **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia biológica de los carbohidratos?

Caracterice la vía principal de degradación de los carbohidratos.

¿Cuál es el destino del producto final de la vía glicolítica? Representa las ecuaciones de la reacción.

¿Cuál es la importancia de las quinasas y cuales participan en la vía glicolíticas?

¿Cuáles son los puntos de control de la vía glicolítica?

¿Cuál es la significación del ciclo de las pentosas fosfato? ¿ con qué otros Procesos biológicos se relaciona?

Compara la vía glicolítica y el ciclo de las pentosa fosfato y justifique la mayor importancia de la glicólisis.

¿En qué consiste la gluconeogénesis? ¿Qué metabolitos son sus precursores y por qué?

Establezca la relación de la glicólisis con el ciclo de la pentosa fosfato.

**Pregunta n° 1 (Múltiple Elección):** Los carbohidratos

- A) Son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas.
- B) Son moléculas poco abundantes en la naturaleza.
- C) Son importantes en el metabolismo energético.
- D) Pueden estar unidos covalentemente a otro tipo de moléculas.

**Pregunta n° 2 (Múltiple Elección):** El almidón

- A) Se produce abundantemente en la naturaleza.
- B) Está constituido solamente por amilosa.
- C) Está constituido por amilosa y amilopectina.
- D) Es degradado completamente por la alfa amilasa.
- E) Está constituido por unidades de glucosa.

**Pregunta n° 3 (Múltiple Elección):** La glucólisis

- A) Es una vía citoplasmática.
- B) Es una vía esencialmente aeróbica.
- C) Produce pentosas como producto final.
- D) Es un proceso anabólico.
- E) Es una vía de degradación de hexosas fosfato.

**Pregunta n° 4 (Múltiple Elección):** El piruvato

- A) Es el producto final de la glucólisis.
- B) Es precursor del Acetil CoA.
- C) Solo es transformado aeróbicamente.
- D) Puede originar alcohol etílico.

**Pregunta n° 5 (Múltiple Elección):** La fermentación

- A) Es una vía mitocondrial.
- B) Es un proceso anaeróbico.
- C) Conduce a la formación de ácidos orgánicos y alcohol.
- D) Ocurre solamente en las plantas.
- E) Ocurre en plantas animales y microorganismos.

**Pregunta n° 6 (Múltiple Elección):** La Vía de las Pentosas Fosfato

- A) Tiene una función energética.
- B) Es una vía de interconversión de azúcares.
- C) Es una vía generadora de poder reductor.
- D) Convierte hexosas en pentosas.
- E) Produce fosfatos de alta energía.