

FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN

PhD. Germán Esquivel Mata

¿SABEMOS MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS DE NUESTROS CLIENTES!

INTRODUCCIÓN

Un cultivo para producir más y mejores cosechas, necesita energía. Para generar esta energía las plantas realizan dos procesos fisiológicos: la fotosíntesis y la respiración.

I. FOTOSÍNTESIS

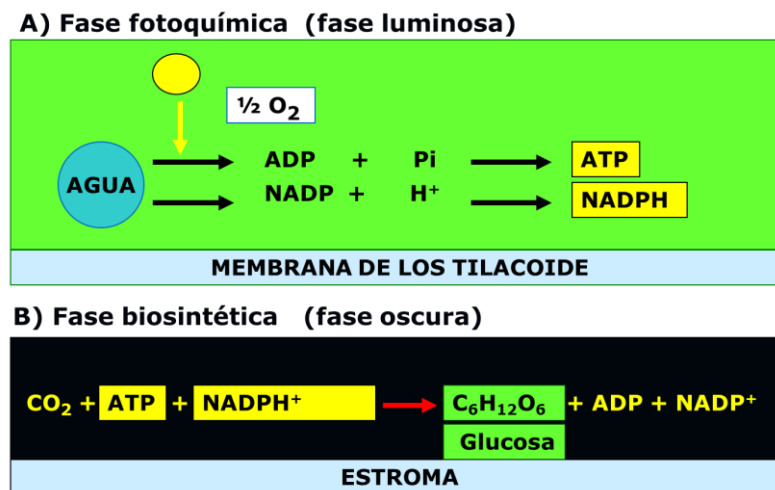
1.1. Concepto de fotosíntesis

La fotosíntesis la podemos definir como el proceso fisiológico mediante el cual las plantas transforman la energía solar o luminosa llamada “ **fotón**” en energía química llamada “**glucosa**”.

1.2. Fases de la fotosíntesis.

La fotosíntesis tiene dos fases:

- Fase fotoquímica (Fase luminosa)
- Fase biosintética (Fase oscura)

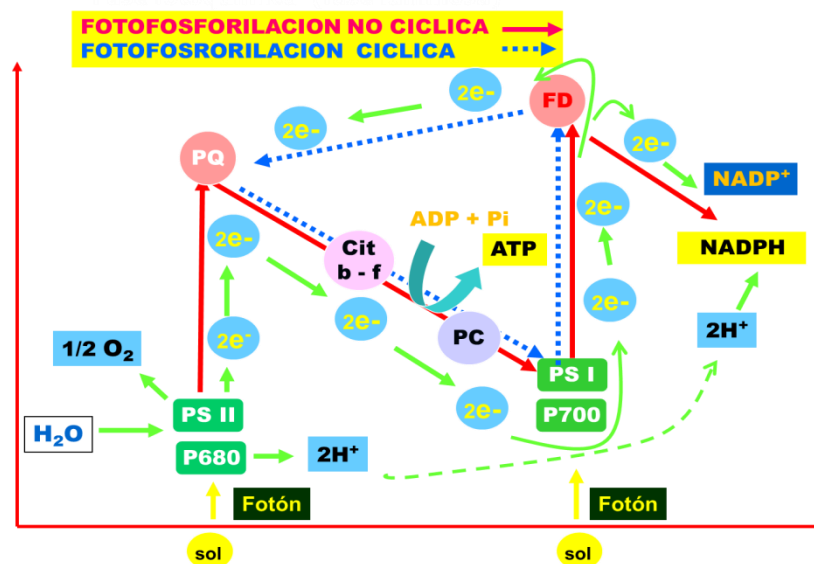


a) Fase fotoquímica. (Fase luminosa)

Las plantas utilizan la energía luminosa llamada fotón. Esta energía luminosa es absorbida por la clorofila, por lo tanto, es nuestra misión proporcionarles a las plantas

los elementos nutricionales necesarios para que puedan sintetizar cantidades importantes de clorofila y de esta manera capturen la mayor cantidad de energía luminosa.

La fase fotoquímica tiene dos fotosistemas **FS II** y **FS I** como se muestra en el siguiente gráfico.



Las plantas capturan energía luminosa a través de los dos fotosistemas. En el fotosistema FS II, las plantas capturan la energía luminosa mediante la clorofila a través del pigmento 680 (P680 llamado así porque la clorofila absorbe longitudes de onda inferiores o iguales 680 nm) esta energía luminosa llamada fotón será utilizada para romper la molécula de agua (Fotólisis del agua) en dos moléculas de H⁺, dos electrones y una molécula de oxígeno.



La molécula de oxígeno es liberada al ambiente y los hidrógenos son utilizados en el fotosistema I.

Los dos electrones libres son aceptados por la plastoquinona (PQ) de donde son entregados a la cadena de electrones (Citocromo) en este proceso se forma la energía química llamada ATP.


Paralelamente, en el fotosistema I la energía de un "fotón" (partícula de luz) es absorbida por dos moléculas de clorofila a (P700 llamado así porque la clorofila absorbe longitudes de onda inferiores o iguales 700 nm). En forma independiente al FS II liberando dos electrones que en primer lugar son aceptados por la ferredoxina (FD) y de allí son enviados a la ferredoxina para reducir el NADP a NADPH, Los otros dos electrones son enviados al transporte de electrones para la fosforilación del ADP + Pi para la formación de ATP, ambas formas de energía serán utilizados como fuente de energía en el ciclo de Calvin y Benson para la formación de glucosa.

Ambos sistemas absorben energía luminosa en forma independiente.


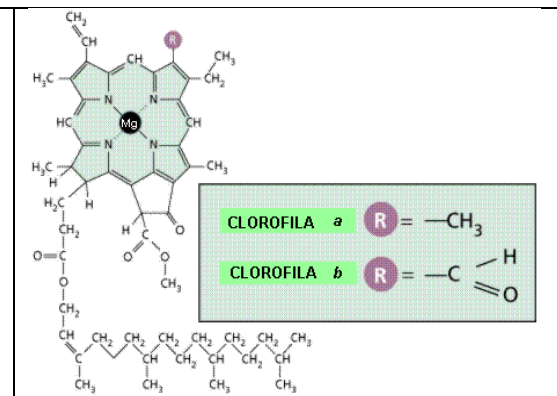

Comentario

Como ustedes pueden ver, es muy importante que las plantas dispongan de gran


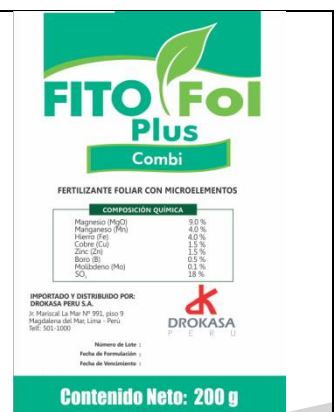
cantidad de clorofila, y para esto nosotros debemos recomendar lo siguientes productos de nuestra línea:

 <p>FITOFOL MIX® Fertilizante Foliar a base de Magnesio y Microelementos Quelatados</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Nitrógeno total (N)</td><td>10.0 g/l</td></tr> <tr><td>Magnesio (MgO)</td><td>30.0 g/l</td></tr> <tr><td>Hierro (Fe)</td><td>31.0 g/l</td></tr> <tr><td>Manganeso (Mn)</td><td>20.0 g/l</td></tr> <tr><td>Boro (B)</td><td>39.0 g/l</td></tr> <tr><td>Cobre (Cu)</td><td>3.0 g/l</td></tr> <tr><td>Zinc (Zn)</td><td>36.0 g/l</td></tr> <tr><td>Molibdeno (Mo)</td><td>6.0 g/l</td></tr> <tr><td>Silicio (SiO₂)</td><td>6.0 g/l</td></tr> <tr><td>Azufre (S)</td><td>139.0 g/l</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 1 litro</p>	Nitrógeno total (N)	10.0 g/l	Magnesio (MgO)	30.0 g/l	Hierro (Fe)	31.0 g/l	Manganeso (Mn)	20.0 g/l	Boro (B)	39.0 g/l	Cobre (Cu)	3.0 g/l	Zinc (Zn)	36.0 g/l	Molibdeno (Mo)	6.0 g/l	Silicio (SiO ₂)	6.0 g/l	Azufre (S)	139.0 g/l	 <p>FITOFOL Plus Micronutrientes</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR CON MICROELEMENTOS</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Hierro soluble en agua</td><td>3.50% Fe p/p</td></tr> <tr><td>Magnesio soluble en agua</td><td>2.20% MgO p/p</td></tr> <tr><td>Zinc</td><td>0.10% Zn p/p</td></tr> <tr><td>Boro</td><td>0.15% B p/p</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 1 litro</p>	Hierro soluble en agua	3.50% Fe p/p	Magnesio soluble en agua	2.20% MgO p/p	Zinc	0.10% Zn p/p	Boro	0.15% B p/p	 <p>FITOFOL Plus Combi</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR CON MICROELEMENTOS</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Magnesio (MgO)</td><td>9.0 %</td></tr> <tr><td>Manganeso (Mn)</td><td>4.0 %</td></tr> <tr><td>Hierro (Fe)</td><td>4.0 %</td></tr> <tr><td>Cobre (Cu)</td><td>1.5 %</td></tr> <tr><td>Zinc (Zn)</td><td>1.5 %</td></tr> <tr><td>Boro (B)</td><td>0.5 %</td></tr> <tr><td>Molibdeno (Mo)</td><td>0.3 %</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>2.8 %</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 200 g</p>	Magnesio (MgO)	9.0 %	Manganeso (Mn)	4.0 %	Hierro (Fe)	4.0 %	Cobre (Cu)	1.5 %	Zinc (Zn)	1.5 %	Boro (B)	0.5 %	Molibdeno (Mo)	0.3 %	SiO ₂	2.8 %	 <p>FITOFOL Plus Completo (N-P-K + Mg + S + Micronutrientes)</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Nitrógeno amoniacal</td><td>40.0 g/l</td></tr> <tr><td>Nitrógeno nitrato (NO₃)</td><td>100.0 g/l</td></tr> <tr><td>Fósforo soluble (P₂O₅)</td><td>50.0 g/l</td></tr> <tr><td>Micronutrientes quelatados</td><td>70.0 g/l</td></tr> <tr><td>Azúcar (S) (MgO)</td><td>10.0 g/l</td></tr> <tr><td>Copos de S</td><td>1.0 g/l</td></tr> <tr><td>Copos de Fe</td><td>1.0 g/l</td></tr> <tr><td>Molibdeno (Mo)</td><td>0.6 g/l</td></tr> <tr><td>Manganeso (Mn)</td><td>0.6 g/l</td></tr> <tr><td>Zinc (Zn)</td><td>0.6 g/l</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>2.8 g/l</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 1 litro</p>	Nitrógeno amoniacal	40.0 g/l	Nitrógeno nitrato (NO ₃)	100.0 g/l	Fósforo soluble (P ₂ O ₅)	50.0 g/l	Micronutrientes quelatados	70.0 g/l	Azúcar (S) (MgO)	10.0 g/l	Copos de S	1.0 g/l	Copos de Fe	1.0 g/l	Molibdeno (Mo)	0.6 g/l	Manganeso (Mn)	0.6 g/l	Zinc (Zn)	0.6 g/l	SiO ₂	2.8 g/l
Nitrógeno total (N)	10.0 g/l																																																																				
Magnesio (MgO)	30.0 g/l																																																																				
Hierro (Fe)	31.0 g/l																																																																				
Manganeso (Mn)	20.0 g/l																																																																				
Boro (B)	39.0 g/l																																																																				
Cobre (Cu)	3.0 g/l																																																																				
Zinc (Zn)	36.0 g/l																																																																				
Molibdeno (Mo)	6.0 g/l																																																																				
Silicio (SiO ₂)	6.0 g/l																																																																				
Azufre (S)	139.0 g/l																																																																				
Hierro soluble en agua	3.50% Fe p/p																																																																				
Magnesio soluble en agua	2.20% MgO p/p																																																																				
Zinc	0.10% Zn p/p																																																																				
Boro	0.15% B p/p																																																																				
Magnesio (MgO)	9.0 %																																																																				
Manganeso (Mn)	4.0 %																																																																				
Hierro (Fe)	4.0 %																																																																				
Cobre (Cu)	1.5 %																																																																				
Zinc (Zn)	1.5 %																																																																				
Boro (B)	0.5 %																																																																				
Molibdeno (Mo)	0.3 %																																																																				
SiO ₂	2.8 %																																																																				
Nitrógeno amoniacal	40.0 g/l																																																																				
Nitrógeno nitrato (NO ₃)	100.0 g/l																																																																				
Fósforo soluble (P ₂ O ₅)	50.0 g/l																																																																				
Micronutrientes quelatados	70.0 g/l																																																																				
Azúcar (S) (MgO)	10.0 g/l																																																																				
Copos de S	1.0 g/l																																																																				
Copos de Fe	1.0 g/l																																																																				
Molibdeno (Mo)	0.6 g/l																																																																				
Manganeso (Mn)	0.6 g/l																																																																				
Zinc (Zn)	0.6 g/l																																																																				
SiO ₂	2.8 g/l																																																																				

Debido a que es necesaria la presencia del elemento nutricional Hierro, Nitrógeno y Magnesio para la formación de clorofila en las plantas. Como se puede ver en la siguiente figura el Magnesio y el Nitrógeno forman parte de la estructura de la molécula de clorofila.

 <p>FITOFOL Plus Calcio y Magnesio</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Calcio</td><td>60 % CaO p/p</td></tr> <tr><td>Magnesio</td><td>3 % MgO p/p</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 1 litro</p>	Calcio	60 % CaO p/p	Magnesio	3 % MgO p/p	 <p>Diagram showing the chemical structure of Chlorophyll a and Chlorophyll b. The central magnesium atom (Mg) is coordinated by four nitrogen atoms in a porphyrin ring. The side chain (R) is defined as:</p> <ul style="list-style-type: none"> CLOROFILA a: R = -CH₃ CLOROFILA b: R = -C(=O)H 	 <p>FITOFOL Plus Micronutrientes</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR CON MICROELEMENTOS</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Hierro soluble en agua</td><td>3.50% Fe p/p</td></tr> <tr><td>Magnesio soluble en agua</td><td>2.20% MgO p/p</td></tr> <tr><td>Zinc</td><td>0.10% Zn p/p</td></tr> <tr><td>Boro</td><td>0.15% B p/p</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 1 litro</p>	Hierro soluble en agua	3.50% Fe p/p	Magnesio soluble en agua	2.20% MgO p/p	Zinc	0.10% Zn p/p	Boro	0.15% B p/p
Calcio	60 % CaO p/p													
Magnesio	3 % MgO p/p													
Hierro soluble en agua	3.50% Fe p/p													
Magnesio soluble en agua	2.20% MgO p/p													
Zinc	0.10% Zn p/p													
Boro	0.15% B p/p													

Por otro lado el Fe es el precursor de la molécula de fitocromo y forma parte de la molécula de ferredoxina, quien es responsable de aceptar el electrón de la energía luminosa en el fotosistema FS I.

 <p>FITOFOL Plus Hierro</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Hierro (2% en peso de O₂)</td><td>6 % p/p</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 50 g</p>	Hierro (2% en peso de O ₂)	6 % p/p	 <p>Síntesis de Clorofila</p> <p>Acido glutámico Acido α-aminolevulinico Protoporfirina IX Fe²⁺ Mg²⁺ Hemo Clorofila Fitocromo</p>	 <p>FITOFOL Plus Combi</p> <p>FERTILIZANTE FOLIAR CON MICROELEMENTOS</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA</p> <table border="1"> <tr><td>Magnesio (MgO)</td><td>9.0 %</td></tr> <tr><td>Manganeso (Mn)</td><td>4.0 %</td></tr> <tr><td>Hierro (Fe)</td><td>4.0 %</td></tr> <tr><td>Cobre (Cu)</td><td>1.5 %</td></tr> <tr><td>Zinc (Zn)</td><td>1.5 %</td></tr> <tr><td>Boro (B)</td><td>0.5 %</td></tr> <tr><td>Molibdeno (Mo)</td><td>0.3 %</td></tr> <tr><td>SiO₂</td><td>2.8 %</td></tr> </table> <p>Contenido Neto: 200 g</p>	Magnesio (MgO)	9.0 %	Manganeso (Mn)	4.0 %	Hierro (Fe)	4.0 %	Cobre (Cu)	1.5 %	Zinc (Zn)	1.5 %	Boro (B)	0.5 %	Molibdeno (Mo)	0.3 %	SiO ₂	2.8 %
Hierro (2% en peso de O ₂)	6 % p/p																			
Magnesio (MgO)	9.0 %																			
Manganeso (Mn)	4.0 %																			
Hierro (Fe)	4.0 %																			
Cobre (Cu)	1.5 %																			
Zinc (Zn)	1.5 %																			
Boro (B)	0.5 %																			
Molibdeno (Mo)	0.3 %																			
SiO ₂	2.8 %																			

En conclusión:

En la fase luminosa las plantas capturan la energía luminosa para romper la molécula de agua y formar energía química llamada:

ATP = adenosin - trifosfato

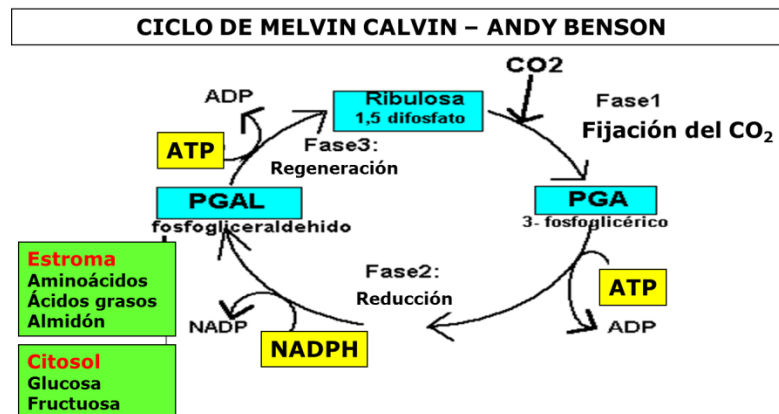
NADPH = nicotinamida - adenin - dinucleótido

La síntesis del (NADPH) se forma a partir del NADP+ el cual acepta electrones.

La síntesis de adenosin - trifosfato (ATP) se forma a partir del adenosin - difosfato (ADP) y el fosfato inorgánico (Pi)

Estas dos formas de energía química serán utilizadas en el ciclo de Calvin y Benson, mal llamada fase oscura, esta fase es independiente de la presencia de la luz solar como fuente de energía para la captura del carbono y la formación de la glucosa.

b) Fase biosintética (Fase oscura)



Esta fase se inicia con la captura del CO₂ de la atmósfera por un compuesto llamado Ribulosa 1,5 difosfato gracias a la enzima RuBisCO, y origina un compuesto inestable de seis carbonos, que se descompone en dos moléculas de ácido 3-fosfoglicérico (PGA). Se trata de moléculas constituidas por tres átomos de carbono, por lo que las plantas que siguen esta vía metabólica se llaman C3. Si bien, muchas especies vegetales tropicales que crecen en zonas desérticas, modifican el ciclo de tal manera que el primer producto fotosintético no es una molécula de tres átomos de carbono, sino de cuatro (un ácido dicarboxílico), constituyéndose un método alternativo denominado vía de la C4, al igual que este tipo de plantas.

Luego se produce la reducción del dióxido de carbono fijado. Por medio del consumo de ATP y del NADPH obtenidos en la fase luminosa, el ácido 3-fosfoglicérico se reduce a gliceraldehído 3-fosfato (PGAL), que puede seguir caminos diversos. La primera vía consiste en la regeneración de la ribulosa 1-5-difosfato (la mayor parte del producto se invierte en esto). Otras rutas posibles como la biosíntesis de: aminoácidos, ácidos grasos, glucosa, fructosa y almidón.

La regeneración de la ribulosa-1,5-difosfato se lleva a cabo a partir del gliceraldehído 3-fosfato, por medio de un proceso complejo donde se suceden compuestos de

cuatro, cinco y siete carbonos, semejante al ciclo de las pentosas fosfato en sentido inverso (en el ciclo de Calvin, por cada molécula de dióxido de carbono que se incorpora se requieren dos de NADPH y tres de ATP).



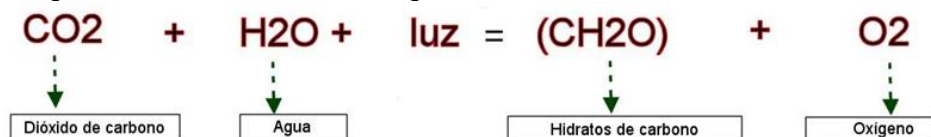
En conclusión:

En el ciclo de Calvin se convierten moléculas inorgánicas de dióxido de carbono en moléculas orgánicas sencillas como: ácido 3-fosfoglicérico (PGA), gliceraldehído 3-fosfato (PGAL), a partir de las cuales se formará el resto de los compuestos bioquímicos que conforman las plantas como: aminoácidos, ácidos grasos, glucosa, fructosa, almidón, etc.

La energía producida en la fase luminosa en forma de ATP y NADPH será utilizada en la fase biosintética para la síntesis de materia orgánica, fijando el dióxido de carbono (CO2) de la atmósfera para convertirlo en glucosa.

Recordatorio de fotosíntesis

La FOTOSÍNTESIS consiste en transformar la energía luminosa en energía química, es decir que las plantas utilizan el agua más anhídrido carbónico para formar glucosa con liberación de oxígeno



© <http://botanical-online.com>

Pero las plantas necesitan más energía en forma de ATP para seguir creciendo, formar raíces, flores y frutos y esta energía lo consiguen mediante la RESPIRACIÓN.

II. RESPIRACIÓN

2.1. Concepto de respiración.

La respiración la podemos definir como el proceso fisiológico mediante el cual plantas transforman la molécula de glucosa sintetizada en la fotosíntesis, en dióxido de carbono, agua y ATP. La respiración es una forma para las plantas de proveerse de energía para desarrollar sus procesos vitales como crecimiento, desarrollo para producir más y mejores cosechas.

2.2. Fases de la respiración.

La respiración tiene tres fases:

- Glucolisis o glicolisis
- Ciclo de krebs
- Transporte de electrones

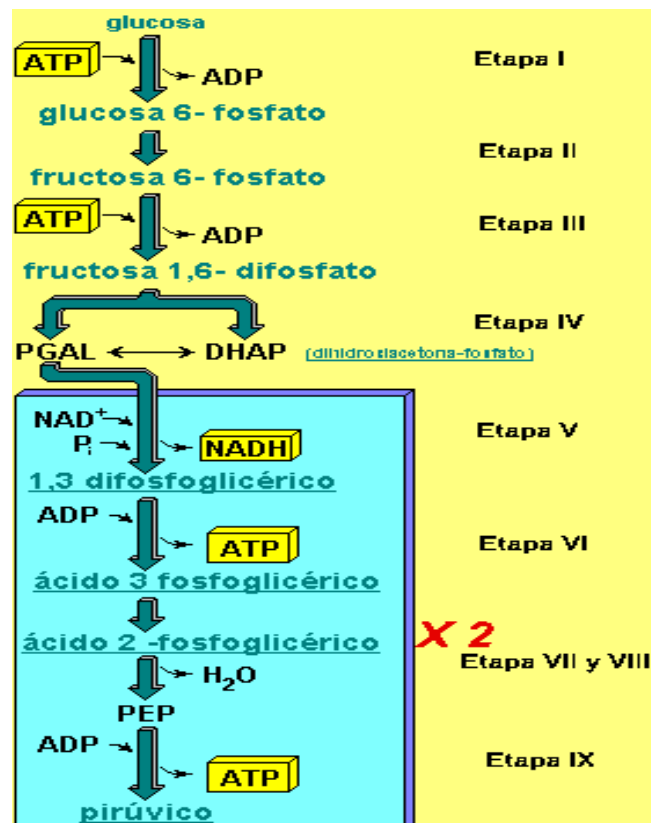
a) Glucolisis o glicolisis

¿Qué es la glicolisis o glucolisis?

La glucólisis o glicólisis, es el primer paso de la respiración, consta de una secuencia compleja de reacciones que se realizan en el citosol de la célula, la molécula de glucosa se desdobra en dos moléculas de ácido Pirúvico con la finalidad de proveerse de más energía para la célula.

La glucolisis tiene 10 reacciones o etapas 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 más energía a la planta.

Etapa I:	Fosforilación de la glucosa
Etapa II:	Isomerización de la fructosa
Etapa III:	Fosforilación de la fructosa
Etapa IV:	Ruptura de la fructosa
Etapa V:	Oxidación y formación de enlace fosfato de alta energía
Etapa VI:	Generación de ATP
Etapa VII y VIII:	Reordenamiento molecular
Etapa IX:	Generación de ATP

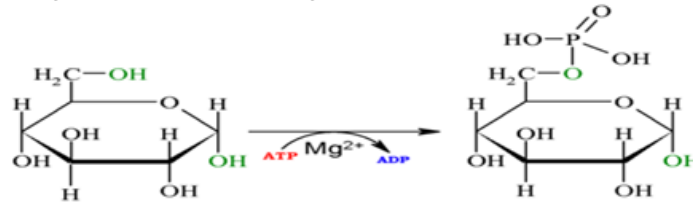


Fases o etapas

Primera reacción

Formación **glucosa-6-fosfato** a partir de la **glucosa**

La primera reacción de la glucólisis es la fosforilación de la glucosa, para activarla (aumentar su energía) y así poder utilizarla en otros procesos cuando sea necesario. Esta activación ocurre por la transferencia de un grupo fosfato del ATP, una reacción catalizada por la enzima hexoquinasa 5 la cual puede fosforilar (añadir un grupo fosfato) a la molécula de glucosa para formar glucosa-6-fosfato.



Comentario:

Esta reacción es catalizada por una enzima a base de magnesio (Mg), de allí la importancia de este elemento nutricional en la respiración.



Magnesio (MgCl)	9.0 %
Manganeso (Mn)	4.0 %
Hierro (Fe)	4.0 %
Cobre (Cu)	1.0 %
Zinc (Zn)	0.5 %
Boro (B)	0.3 %
Molibdeno (Mo)	0.2 %
SO ₂	1.8 %

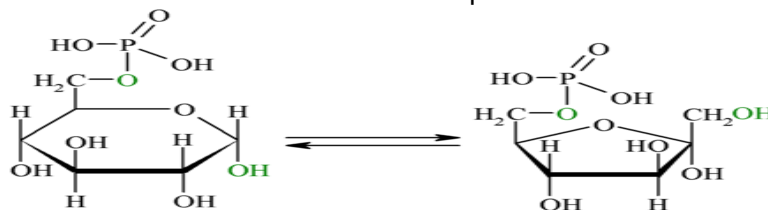
Calcio	10 % CaO p/p
Magnesio	3 % MgO p/p
Densidad	1.35

Hierro soluble en agua	3.50% Fe p/p
Magnesio soluble en agua	2.10% MgO p/p
Zinc	2.10% Zn p/p
Boro	0.31% B p/p

Segunda reacción

Formación de la **fructosa-6-fosfato** a partir de la **glucosa 6-fosfato**

En esta etapa se produce la isomerización de la molécula glucosa 6-P a través de una enzima llamada fosfoglucoisomerasa, la transformación da como producto otra molécula fructosa 6-P. En esta reacción no se requiere cofactor.

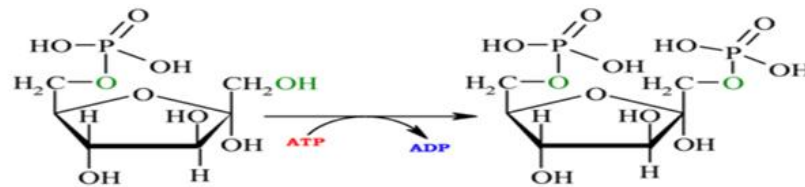


Tercera reacción

Formación de la **fructosa-1,6-difosfato** a partir de la **fructosa 6-fosfato**

La fosforilación de la fructosa 6-fosfato en el carbono 1, con gasto de un ATP, a través de

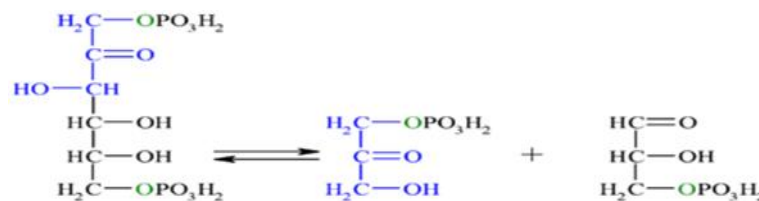
la enzima fosfofructoquinasa-1 (PFK1). También este fosfato tendrá una baja energía de hidrólisis. Por el mismo motivo que en la primera reacción, el proceso es irreversible. El nuevo producto se denominará fructosa-1,6-difosfato.



Cuarta reacción

Formación de **dihidroxiacetona fosfato (DHAP)** y **gliceraldehído-3-fosfato (PGAL)** a partir de la **fructosa-1,6-difosfato**.

La enzima aldolasa (fructosa-1,6-difosfato aldolasa), mediante una condensación aldólica reversible, rompe la fructosa-1,6-difosfato en dos moléculas de tres carbonos (triosas): dihidroxiacetona fosfato y gliceraldehído-3-fosfato.



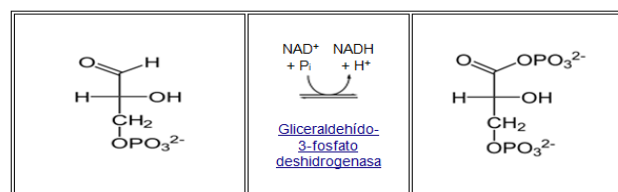
Quinta reacción

Formación de **1,3 difosfoglicérico** a partir de **gliceraldehído-3-fosfato (PGAL)**

Solo el **gliceraldehído-3-fosfato** puede seguir los pasos restantes de la glucólisis, la otra molécula generada por la reacción anterior (dihidroxiacetona-fosfato) es isomerizada (convertida) en gliceraldehído-3-fosfato.

Formación de **1,3-difosfoglicérico** a partir de la **gliceraldehído-3-fosfato (PGAL)**.

Esta reacción consiste en oxidar el gliceraldehído-3-fosfato utilizando NAD^+ para añadir un ión fosfato a la molécula, la cual es realizada por la enzima gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa.

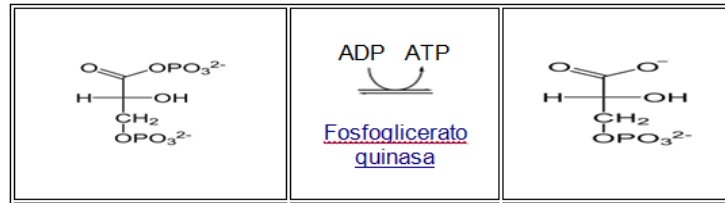


Sexta reacción

Formación del ácido **3-fosfoglicérico** a partir del **1,3-difosfoglicérico**

En este paso, la enzima fosfoglicerato quinasa transfiere el grupo fosfato de 1,3-bisfosfoglicerato a una molécula de ADP, generando así la primera molécula de ATP de la vía.

Como la glucosa se transformó en 2 moléculas de gliceraldehído, en total se recuperan 2 ATP en esta etapa.



Séptima reacción

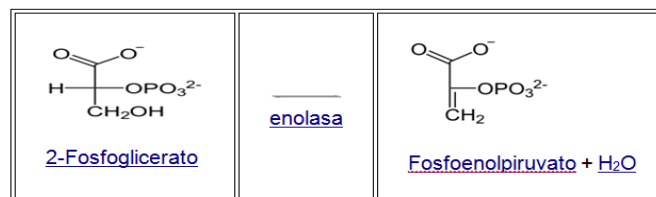
Formación del **ácido 2-fosfoglicerico** a partir de ácido 3-fosfoglicérico.

Se isomeriza el ácido 3-fosfoglicérico procedente de la reacción anterior dando **ácido 2-fosfoglicerico**, la enzima que cataliza esta reacción es la fosfoglicerato mutasa. Lo único que ocurre aquí es el cambio de posición del fosfato del C3 al C2.

Octava reacción

Formación del **fosfoenolpiruvato (PEP)** a partir del **ácido 2-fosfoglicerico**

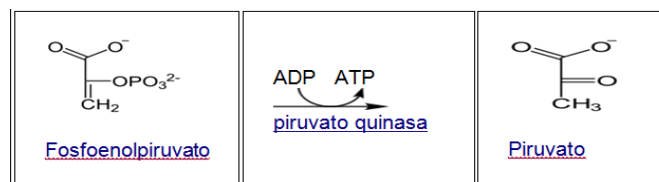
La enzima enolasa propicia la formación de un doble enlace en el 2-fosfoglicerato, eliminando una molécula de agua formada por el hidrógeno del C2 y el OH del C3. El resultado es el fosfoenolpiruvato (PEP).



Novena reacción

Formación del **piruvato** a partir del **fosfoenolpiruvato (PEP)**.

Desfosforilación del fosfoenolpiruvato, obteniéndose piruvato y ATP, reacción irreversible mediante la enzima piruvato quinasa.



Funciones de la glucólisis son:

- ✓ Generación de moléculas de alta energía (ATP y NADH) como fuente de energía.
- ✓ La generación de piruvato que pasará al ciclo de Krebs, como parte de la respiración.
- ✓ La producción de compuesto intermediarios de 6 y 3 carbonos que pueden ser utilizados en otros procesos celulares.

Resumen

1. El enzima piruvato quinasa es dependiente de **magnesio** y **potasio**.
2. El rendimiento total de la energía de la glucólisis de una sola glucosa (6C) es de 2

En conclusión los elementos como: magnesio, azufre, fierro, manganeso, fósforo son indispensable para que las plantas adquieran energía en este proceso fisiológico para su crecimiento y desarrollo.

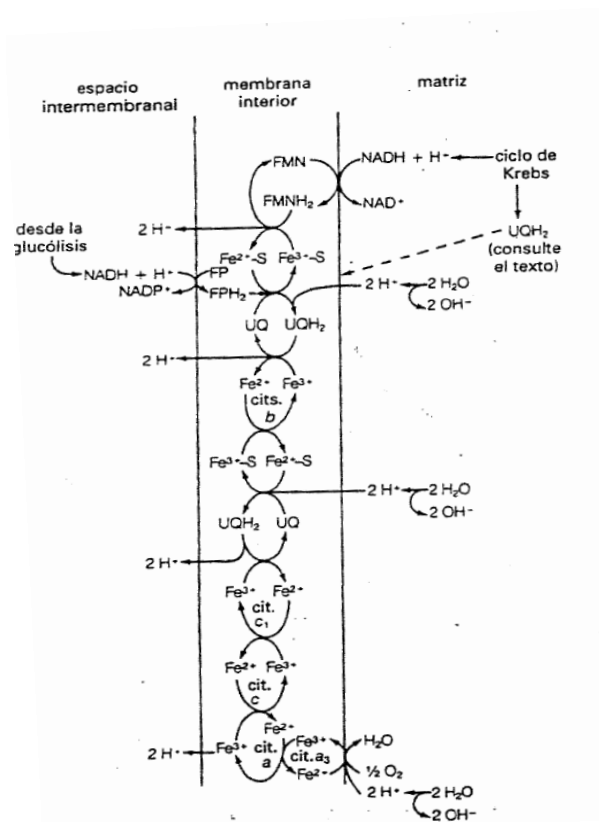


c) Transferencia de electrones

El transporte de electrones va desde los transportadores termodinámicos difícil de reducir (con potencial de reducción negativo) hacia de los presencia mayor tendencia a aceptar electrones (que tienen potencial de reducciones superiores incluso positivo).

El oxígeno tiene mayor tendencia aceptar electrones, así lo hace formando agua.

Cada portador en el sistema habitualmente solo acepta electrones provenientes de transportadores cercanos a él, como se muestra en el siguiente grafico.



El transporte de electrones comienza con la combinación de $\text{NADH} + \text{H}^+$ formada en la matriz por enzimas del ciclo de Krebs. Los dos electrones y dos hidrógenos pasan a una flavo proteína que contiene FMN, que a su vez pasa los electrones a una ferrosulfoproteína (Fe-S). El hierro de este último solo puede aceptar un electrón a la vez y no acepta ningún H^+ .

La ferrosulfoproteína transfiere electrones a ubiquinona (UQ), que con dos hidrógenos positivos tomados de la matriz se reduce a ubiquinol (UQH_2). Del ubiquinol los electrones se desplazan de uno en uno hasta el citocromo b. Otra ferrosulfoproteína recibe electrones y los transfiere al Fe^{3+} del citocromo c. Algunos otros polipéptidos que contienen en total dos iones de cobre sobre oxireducción a Cu^+ y Cu^{2+} , estos dos cobre participan en el transporte de electrones entre los hierros y el citocromo a y a_3 .

El presente boletín tiene como objetivo que ustedes conozcan las razones técnicas por las cuales nuestros productos cuando son aplicados sobre los cultivos incrementan la producción logrando mayores y mejores cosechas.

Resumen

- Ahora ustedes pueden saber cuál es la importancia de los elementos nutricionales en el proceso fotosintético y respiratorio de las plantas.
- La importancia de la aplicación de los fertilizantes foliares y bioestimulantes.
- No es posible lograr mejores cosechas sin la aplicación de nuestras recomendaciones.

Nota:

La intención de publicar el presente documento no es que ustedes aprendan de memoria las reacciones químicas que se producen en la fotosíntesis y en la respiración de las plantas, más bien esta dirigido a que ustedes tengan presente:

- Que producto comercial recomendar.
- En qué momento
- Cuan es su función
- Y saber que respuesta esperar.

BIBLIOGRAFÍA

- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.
- Barceló Coll, j.; Nicolás Rodrigo, G.; Sabater García, B. Y Sánchez Tamés, R. (2001). Fisiología Vegetal. Ed. Pirámide, Madrid.
- Buchanan, B. B., Gruissen, W. Y Jones, R.L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Biologists. Rockville, Maryland, USA. Web: <http://www.aspb.org/publications/biotext/>
- Devlin, Robert M. (1992). Fisiología Vegetal. Omega.
- García, F.J.; Rosello, J. y Santamaría, M.P. (2001). Iniciación a la Fisiología de las Plantas. Editorial Foro Europa.
- Gil Martínez, F. (1995). Elementos de Fisiología Vegetal. Editorial Mundi - Prensa, Madrid.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. (2000). Fisiología de las Plantas. International Thompson Editores Spain - Paraninfo, S.A., Madrid.
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). Plant Physiology. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA. Web: <http://www.plantphys.net>