



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE



FISIOLOGIA VEGETAL

Respiração

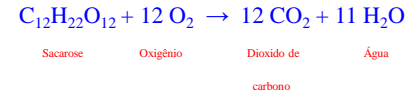
Pombal – PB

Respiração

Mas o que é respiração?

- É o processo pelo qual compostos orgânicos reduzidos são mobilizados e subsequentemente oxidados de maneira controlada
- É um processo de oxi-redução onde os carboidratos (substratos) são oxidados a CO₂ e o oxigênio é reduzido formando água

Equação da respiração:



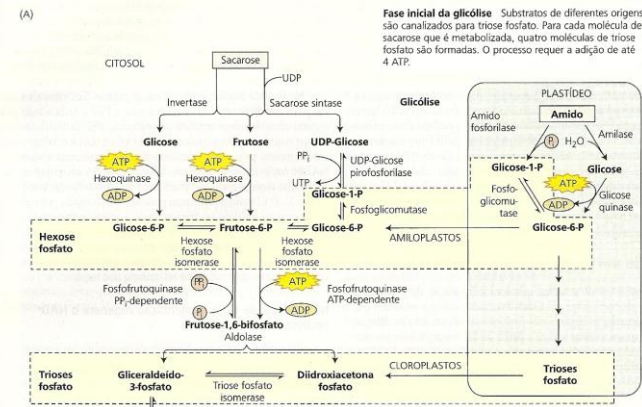
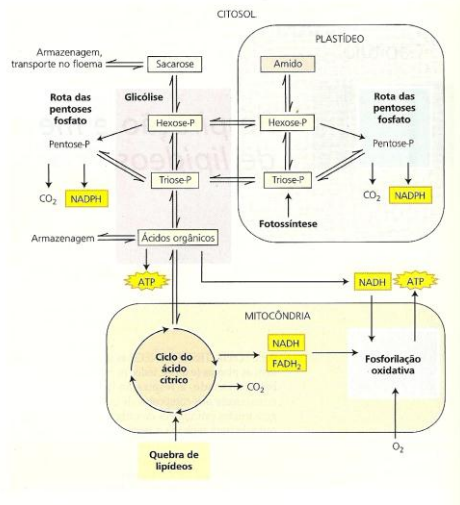
Respiração

Como ocorre todo o processo na planta?

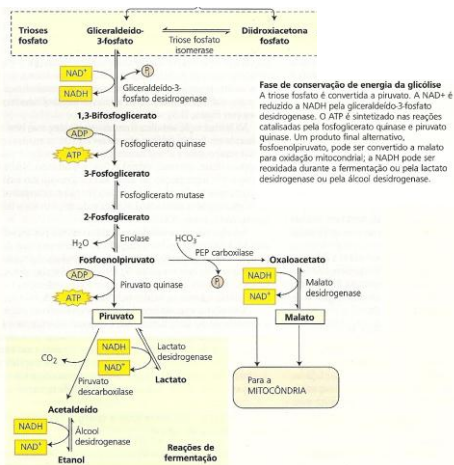
- Fotossíntese produz os carboidratos
- Floema transporta os carboidratos da fonte (folhas maduras) até os sítios de utilização (drenos)
- Metabolismo dos carboidratos (respiração) nos drenos em crescimento e síntese de outros compostos requeridos para o crescimento vegetal

Substratos para a respiração

- Sacarose
- Glicose
- Glicose e frutose-P
- Trioses-P (Gliceraldeído-3P e Dihidroxiacetona-P)
- Lipídios
- Ácidos orgânicos
- Proteínas



Fase inicial da glicólise Substratos de diferentes origens são canalizados para triose fosfato. Para cada molécula de sacarose que é metabolizada, quatro moléculas de triose fosfato são formadas. O processo requer a adição de até 4 ATP.



Fase de conservação de energia da glicólise A triose fosfato é convertida a piruvato. A NAD+ é reduzido a NADH pela gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase. O ATP é sintetizado nas reações catalisadas pela fosfoglicerato quinase e piruvato quinase. Um produto final alternativo, fosfoenolpiruvato, pode ser convertido a malato para oxidação mitocondrial; a NADH pode ser reoxidada durante a fermentação ou pela lactato desidrogenase ou pela álcool desidrogenase.

Reações do processo respiratório

- Glicólise: os açúcares são parcialmente oxidados no citosol para produzir um ácido orgânico – o piruvato

Funções da glicólise:

- Produzir duas moléculas de piruvato que vai dar continuidade ao processo respiratório
- Produção de energia na forma de ATP
 - 2 ATP a partir da glicose – fosfofrutocinase dependente de ATP
 - 3 ATP a partir da glicose – fosfofrutocinase dependente de PPi

Funções da glicólise:

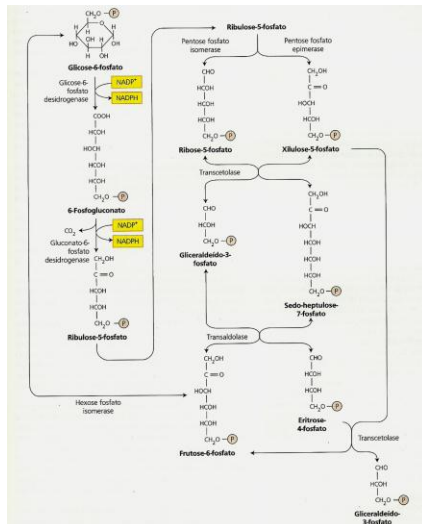
- Formação de poder redutor na forma de NADH que vai atuar na redução de outras substâncias
 - NADH pode ser usado em reações no próprio citossol (Nitrato redutase – nitrato em nitrito)
 - NADH pode ser oxidado na cadeia de transporte de elétrons podendo render energia na forma de ATP
- Formação de esqueletos carbônicos para a síntese de outras moléculas
 - Fosfoenolpiruvato (PEP) + Eritrose-4P
 - Síntese de aminoácidos aromáticos:
 - (Alanina, triptofano, fenilalanina e tirosina)

Reações do processo respiratório

- Rota das pentoses fosfato
 - Localizada tanto no citosol quanto no plastídio

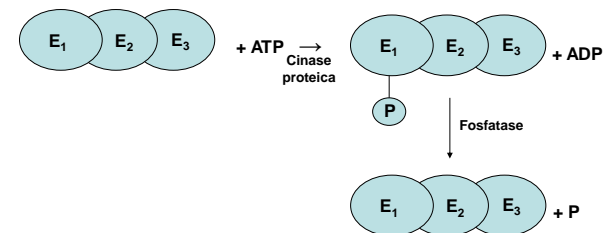
Funções da rota das pentoses fosfato

- Produzir intermediários para a glicólise (hexose e triose-P)
- Fornece pentoses (ribulose-5P) importantes na síntese de DNA e RNA – também é utilizado como intermediário no Ciclo de Calvin
- Poder redutor na forma de NADPH importante em reações de síntese de diversos compostos (lipídios) e que pode gerar ATP na CTE
- Fornece eritrose-4P importante na síntese de aminoácidos aromáticos: Alanina, triptofano, fenilalanina e tirosina



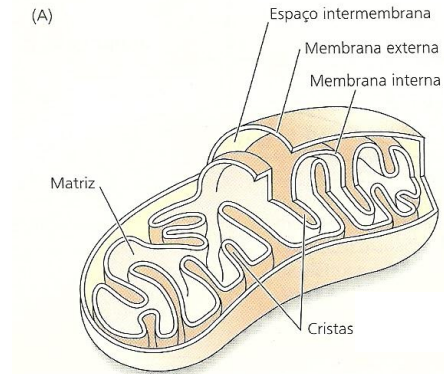
Reações do processo respiratório

- Fase preparatória (Piruvato a Acetil-CoA)
 - Intermediada pelo complexo enzimático da piruvato desidrogenase + duas outras enzimas regulatórias a cinase proteica e a fosfatase



Reações do processo respiratório

- Fase preparatória (Piruvato a Acetil-CoA)
 - Quando a enzima é fosforilada ocorre uma diminuição da atividade do sistema e da enzima
 - Quando a enzima é desfosforilada ocorre um aumento da atividade do sistema e da enzima
- Ciclo do ácido tricarboxílico ou ciclo de Krebs
 - É um processo que está localizado na matriz mitocondrial



Reações do processo respiratório

- Ciclo do ácido tricarboxílico ou ciclo de Krebs

Funções do Ciclo de Krebs

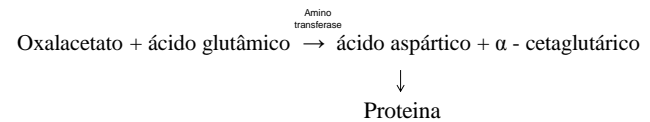
- Produção de ATP
 - 1 ATP para cada ácido pirúvico produzido pela glicólise
 - 2 ATP para cada molécula de glicose
- Formação de poder redutor na forma de NADH e FADH₂ – sem considerar a glicólise a partir do ácido pirúvico são 8 NADH e 2 FADH₂ reduzidos

Reações do processo respiratório

- Ciclo do ácido tricarboxílico ou ciclo de Krebs

Funções do Ciclo de Krebs

- Formação de esqueletos carbônicos para síntese de outros compostos

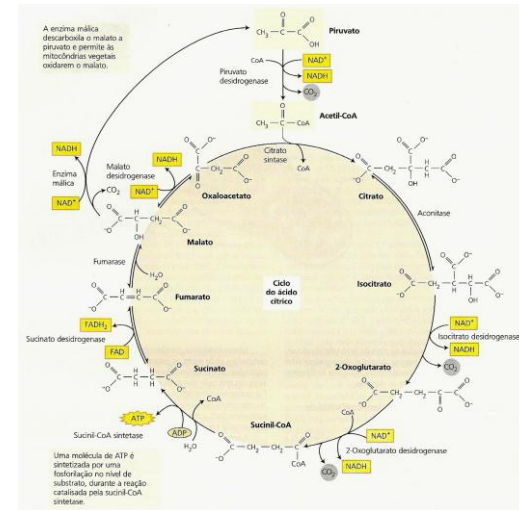
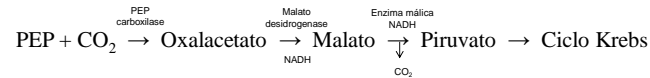


Reações do processo respiratório

- Ciclo do ácido tricarboxílico ou ciclo de Krebs

Funções do Ciclo de Krebs

- Presença da enzima málica dependente de NADH em plantas o que permite o caminho alternativo de metabolização do fosfoenolpiruvato (PEP)



Reações do processo respiratório

- Cadeia de transporte de elétrons

→ Funciona na membrana interna mitocondrial e é responsável pela geração do gradiente eletroquímico de prótons (síntese de ATP) e oxidação do NAD e FAD do citossol ou matriz mitocondrial.

→ A membrana interna mitocondrial é muito impermeável não sendo de fácil acesso ao NAD externo

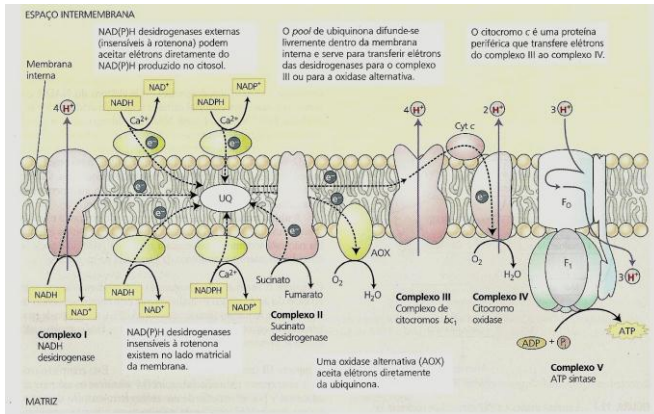
→ A cadeia de transporte de elétrons é composta por quatro complexos + a ATPsintase (complexo V)

Reações do processo respiratório

- Cadeia de transporte de elétrons

Complexo I (NADH desidrogenase)

- Oxidação do NADH gerado no ciclo de Krebs na matriz mitocondrial
- O complexo I transfere elétrons para o Pool de Ubiquinona
- A Ubiquinona é um carregador de prótons e elétrons móvel e solúvel em lipídios
- O complexo I bombeia 4H^+ por par de elétrons transportados CTE



Reações do processo respiratório

- Cadeia de transporte de elétrons

Complexo II (Succinato desidrogenase)

- Catalisa a oxidação do succinato no ciclo de Krebs
- Este complexo não bombeia prótons para o espaço intermembrana

Complexo III (Complexo de Citocromos bc_1)

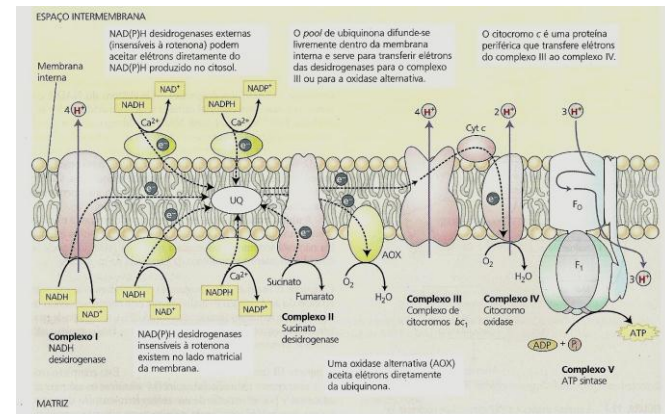
- Este complexo oxida Ubiquinona reduzida e transfere elétrons ao citocromo c por intermédio de um centro Fe-S, citocromo b e citocromo c1

Reações do processo respiratório

- Cadeia de transporte de elétrons

Complexo III (Complexo de Citocromo bc_1)

- O citocromo c é uma proteína presa a superfície externa da membrana interna e serve como carregador móvel entre o complexo III e IV
- O complexo III bombeia 4H^+ por par de elétrons transportados CTE

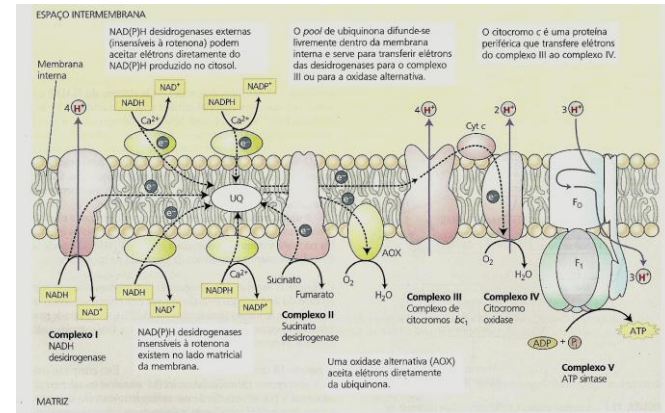


Reações do processo respiratório

- Cadeia de transporte de elétrons

Complexo IV (Citocromo c oxidase)

- Contem dois centros cobre (CuA e CuB) e os citocromos a e a₃
- É a oxidase terminal realizando a redução do O₂ a H₂O
- O complexo IV bombeia 2H⁺ por par de elétrons transportados CTE



Reações do processo respiratório

Observações importantes:

- Duas NAD(P)H desidrogenases dependentes de Ca²⁺ estão ligadas a superfície externa da membrana interna oxidando o NADH e NADPH citosólicos lançando seus elétrons a nível do pool de Ubiquinona
- Existe uma NADH desidrogenase insensível a rotenona diferente da NADH desidrogenase do complexo I (sensível a rotenona)
- Existe uma NADPH desidrogenase na matriz mitocondrial que não se sabe sua função

Reações do processo respiratório

Observações importantes:

- As plantas apresentam uma rota respiratória alternativa para redução do oxigênio (Oxidase Alternativa – AOX) que é diferente da citocromo c oxidase e é insensível ao cianeto

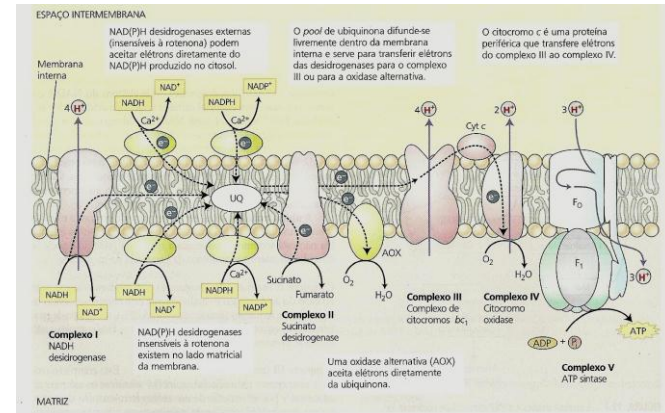
Complexo V (ATP sintase)

- Consiste de dois complexos protéicos (Fo e F1)
- Está acoplada a transferência de elétrons na mitocôndria produzindo ATP a partir de ADP + Pi

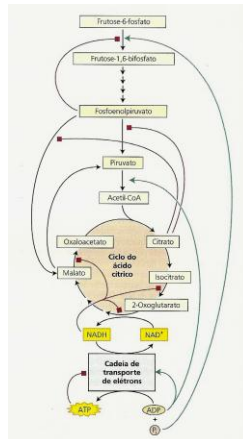
Reações do processo respiratório

Complexo V (ATP sintase)

- Depende:
 - Gradiente eletroquímico de prótons (Δp)
 - ΔE : potencial elétrico gerado pela assimetria de cargas
 - ΔpH : diferença de pH dentro e fora da matriz mitocondrial
- Apesar do ATP ser sintetizado na matriz mitocondrial ele é utilizado em sua grande maioria fora



Regulação da respiração



Respiração em plantas

- As plantas respiram de 30 a 60% do que é fotossintetizado e varia de acordo com:
 - Espécie
 - Órgão da planta
 - Hábito de crescimento e idade da planta
 - Concentração externa de CO_2
 - Temperatura
 - Suprimento de água e nutrientes