

**Aula 00 - Profª Bruna
Klassa (Somente PDF)**

*Prefeitura de Canaã dos Carajás-PA
(Professor de Ciências
Naturais/Física/Biologia e Química)
Conhecimentos Específicos (Parte de
Biologia) - 2024 (Pós-Edital) Somente*
**Autor:
Bruna Klassa
PDF**

24 de Outubro de 2024

Sumário

1. ESTRUTURA TRÓFICA E FLUXO DE ENERGIA	2
1.1 Níveis tróficos	2
1.2 Fluxo de energia e pirâmides ecológicas	4
2. PIRÂMIDES ECOLÓGICAS	5
2.1 Pirâmide de números	5
2.2 Pirâmide de biomassa	6
2.3 Pirâmide de energia	7
3. RESPIRAÇÃO CELULAR AERÓBIA	8
3.1 Glicólise	9
3.2 Ciclo de Krebs	12
3.3 Cadeia respiratória	14
3.4 Fontes de energia da respiração celular aeróbia	18
4. FOTOSÍNTESE	21
4.1 Luz solar e clorofila	21
4.2 1ª etapa) Fase fotoquímica ou clara	23
4.3 2ª etapa) Fase química ou escura	24
4.4 Fotorrespiração	26
4.5 Fatores que limitam a fotossíntese	30
4.6 Relação respiração x Fotossíntese	30
LISTA DE QUESTÕES	32
GABARITO	40
QUESTÕES COMENTADAS	41



1. ESTRUTURA TRÓFICA E FLUXO DE ENERGIA

Em biologia, a matéria e a energia são conceitos importantes para entender a natureza da matéria, a origem, o uso e o processamento de recursos naturais e energéticos.

A matéria é algo que ocupa espaço e tem massa, podendo ser denominada de corpo ou objeto. A energia é uma força que produz ação e movimento, e é uma característica de qualquer sistema. A energia é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, que a obtém através da alimentação (energia química) e do Sol (luz e calor). As transformações da matéria podem ocorrer com ou sem mudança de sua composição. Quando a composição da matéria muda, uma ou mais substâncias se alteram, dando origem a compostos diferentes.

Os componentes bióticos envolvem os seres vivos e suas interações. Essas interações podem envolver a reprodução, o cuidado parental, a manutenção da vida, a alimentação, entre outras. Quando falamos das interações relativas à alimentação, estamos nos referindo especificamente à obtenção de energia e matéria orgânica, e damos o nome de relações alimentares.

1.1 Níveis tróficos

Cada componente biótico de um ecossistema representa um nível trófico. O primeiro nível trófico é representado pelos organismos **autótrofos**. Os organismos autótrofos recebem o nome de produtores porque eles produzem matéria orgânica e energia. Dentre eles, os mais importantes são aqueles que realizam fotossíntese.

Na fotossíntese, as moléculas de gás carbônico e água participam de reações químicas dependentes da luz solar e dão origem a moléculas orgânicas. Caso você tenha dúvidas, volte à aula de Metabolismo do curso, que fala sobre os processos de metabolismo energético dos seres vivos.

A matéria orgânica e energia produzidas pelos produtores podem ser passadas adiante para outros organismos através da alimentação. Todos os organismos, vivos ou mortos, são potenciais fontes de alimento na natureza de modo que um ser serve de alimento para outro, estabelecendo uma **seqüência linear de transferência de energia e matéria**. A essa seqüência damos o nome de **cadeia alimentar**.

Em uma cadeia alimentar, utilizamos setas para demonstrar a relação estabelecida: elas sempre partem do organismo que é consumido para o organismo que o consome ou o decompõe. Você deve ler da seguinte maneira a representação abaixo: **planta que alimenta cupim, que alimenta tamanduá, que alimenta onça**. Assim, nunca errará o sentido de uma cadeia!

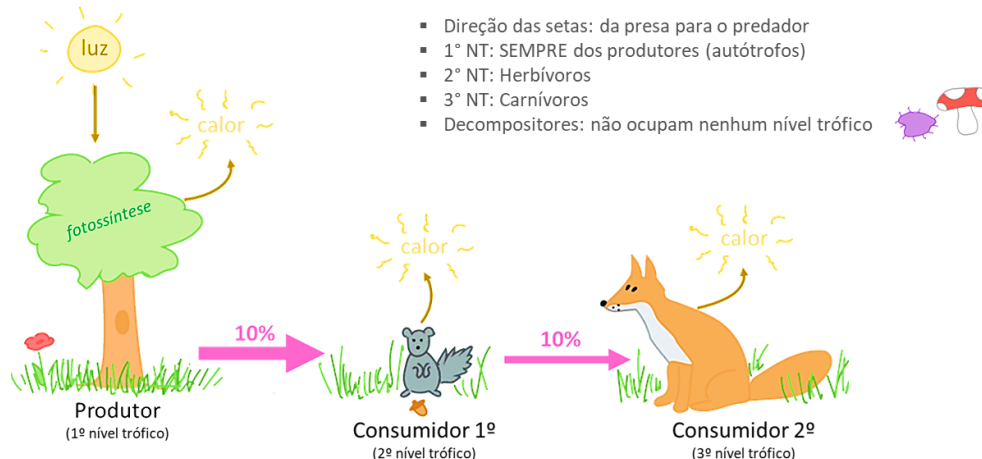


Os produtores correspondem ao primeiro nível trófico. Eles estão na base da cadeia alimentar, são autotróficos e, na maioria das vezes, são organismos fotossintéticos, como plantas, algas, fitoplâncton e cianobactérias.



Os organismos que comem os produtores são chamados de **consumidores primários** e ocupam o segundo nível trófico. Geralmente são herbívoros, embora possam se alimentar de algas ou de bactérias. Os organismos que comem os consumidores primários são chamados de consumidores secundários, ocupam o terceiro nível trófico e são carnívoros. Os organismos que comem os consumidores secundários são chamados de consumidores terciários, ocupam o quarto nível trófico e são carnívoros de grande porte, como águias ou peixes grandes. As cadeias alimentares podem ter níveis tróficos adicionais. Os organismos no topo de uma cadeia alimentar são chamados de **consumidores finais**.

Um componente importante de uma cadeia alimentar são os **decompositores**, organismos heterótrofos como bactérias e fungos, que se nutrem de organismos mortos ou parte deles (sejam eles produtores ou consumidores). Eles são importantes porque, durante a degradação da matéria orgânica morta, produzem substâncias inorgânicas simples que têm dois destinos: parte delas é utilizada em sua própria alimentação, mas uma quantidade significativa é liberada para o meio ambiente, restaurando a disponibilidade de matéria-prima para os produtores. Assim, os decompositores realizam a reciclagem da matéria na natureza, etapa fundamental para a manutenção da vida nos vários ecossistemas.



Acima, vemos a estrutura de uma cadeia alimentar. Ela sempre se inicia com os produtores e termina com os decompositores. No entanto, os decompositores (bactérias e fungos) normalmente não são representados, por estar implícita sua atuação sobre todos os demais níveis tróficos.

Cadeia alimentar, em ecologia, é a sequência linear de transferências de matéria e energia na forma de alimento, de um organismo para outro organismo.

ATENÇÃO! A classificação em produtor, consumidor e decompositor não está atrelada às espécies em si, e sim à posição que ocupam na cadeia alimentar. Isso é importante porque os níveis tróficos não são fixos e as espécies podem variar suas posições. Porcos, por exemplo, são onívoros e se alimentam tanto de vegetais quanto de outros animais. Assim, eles podem ocupar tanto a posição de consumidor primário (ao se alimentar diretamente de uma planta) quanto de outros consumidores, a depender de qual organismo eles consomem. O homem também é um animal onívoro que ocupa diferentes níveis tróficos.

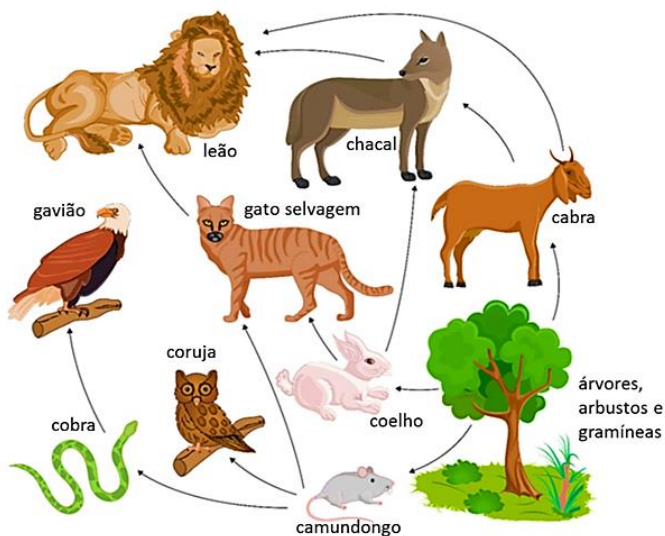
Ao se alimentar, um organismo obtém **energia** para o desempenho de suas atividades metabólicas e **matéria**, um conjunto de substâncias químicas necessárias para a manutenção corporal. Porém, a natureza é diversa e complexa, e dificilmente encontraremos em um ecossistema ou mesmo uma comunidade cadeias



alimentares isoladamente definidas. O que vemos são conjuntos de cadeias alimentares que se relacionam constituindo verdadeiras redes chamadas **teias alimentares**.

As teias alimentares são possíveis porque os organismos não se alimentam exclusivamente de um ou outro ser vivo (pelo menos a maioria deles) e apresentam uma versatilidade alimentar que os permite explorar diferentes fontes de alimento. Portanto, é possível que um organismo participe de duas ou mais cadeias alimentares, inclusive ocupando níveis tróficos diferentes em cada uma delas.

Assim como nas cadeias alimentares, as teias alimentares são representadas por setas que indicam a direção da transferência de energia e matéria de um nível para outro, partindo sempre do organismo que é consumido para o organismo que o consome. Vamos ver um exemplo.



Nesta teia estão presentes sete cadeias alimentares:

- 1) árvore → camundongo → cobra → gavião;
- 2) árvore → camundongo → coruja;
- 3) árvore → camundongo → gato selvagem → leão;
- 4) árvore → coelho → gato selvagem → leão;
- 5) árvore → coelho → chacal → leão;
- 6) árvore → cabra → chacal → leão; e
- 7) árvore → cabra → leão.

As teias alimentares são representações do **equilíbrio ecológico** existente nos ecossistemas. Os sistemas biológicos que vimos no início da aula são resultado de uma história evolutiva de milhares de anos. Assim, a inserção de uma espécie (por exemplo, de espécies exóticas) ou retirada de outra (como a extinção de uma espécie) nesses sistemas pode desequilibrar toda a teia, alterando a estrutura populacional das comunidades e influenciando em todos os níveis hierárquicos que compõem a nossa biosfera.

1.2 Fluxo de energia e pirâmides ecológicas

Até agora definimos as relações alimentares em função da transferência de **matéria** e **energia** entre os diferentes níveis tróficos, mas o que exatamente isso significa?

Quando falamos de **matéria**, estamos nos referindo às substâncias simples como o dióxido de carbono (CO₂), a água e os sais minerais. Essas substâncias são incorporadas pelos organismos produtores formando macromoléculas (como vimos na primeira e quarta aulas do nosso curso). Contudo, quando os organismos morrem e são decompostos, essas grandes moléculas são transformadas novamente em substâncias inorgânicas simples e retornam ao ambiente para serem reutilizadas por outro organismo produtor. Assim, pode-se dizer que **o fluxo de matéria no ecossistema é cíclico**.

Em relação à transferência de energia, o número de níveis tróficos é limitado em função da disponibilidade de energia para o nível seguinte, porque ao ocorrer a passagem de um nível trófico para outro, parte dela se



perde. Assim, como o fluxo energético acontece sempre no sentido **produtores → consumidores → decompositores**, quanto mais distante estiver um nível trófico do nível produtor, menor será a energia total disponível.

As setas representam a quantidade de energia passada de um nível trófico para outro. A energia, portanto, representa um **fluxo decrescente e unidirecional** ao longo da cadeia: ela entra no mundo vivo como energia luminosa, é incorporada pelos organismos fotossintetizantes (e quimiossintetizantes também) como energia química, passada adiante para outros organismos, e perdida na forma de calor, de modo que não pode ser mais reaproveitada.

2. PIRÂMIDES ECOLÓGICAS

A representação dos níveis tróficos nos ecossistemas é feita por meio da construção de pirâmides ecológicas. Cada nível trófico é representado por um retângulo, cujo comprimento é proporcional à quantidade de energia, biomassa ou número de indivíduos presentes nesse nível. A altura é sempre a mesma para todos os níveis. O primeiro retângulo representa sempre o primeiro nível trófico, isto é, os produtores. Os retângulos seguintes representam os níveis tróficos que se sucedem.

2.1 Pirâmide de números

A pirâmide de números expressa a **quantidade de indivíduos presentes em cada nível trófico** da cadeia alimentar. Lemos da seguinte maneira: são necessárias 1000 árvores para alimentar 500 gafanhotos, que irão alimentar 50 sapos, que alimentarão 1 cobra. Normalmente, o número de indivíduos diminui ao longo dos níveis tróficos de uma cadeia, então a pirâmide de números possui seu vértice voltado para cima (direta).



Mas dependendo do ecossistema, a pirâmide de números pode ter o ápice voltado para baixo (o que chamamos de pirâmide invertida) ou não se forma exatamente uma pirâmide.

Normalmente essas variações representam relações que envolvem hospedeiros e parasitas, como no caso dos carrapatos que parasitam bois e vacas, ou casos em que uma única árvore sustenta uma diversidade de herbívoros.

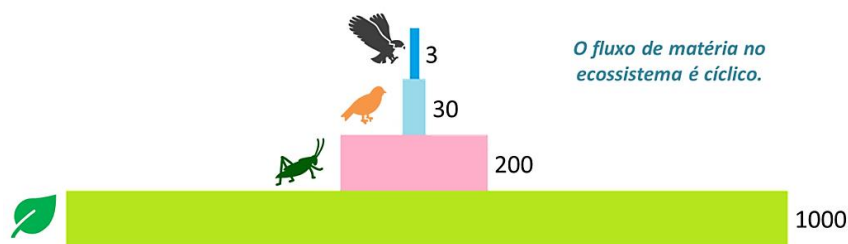




2.2 Pirâmide de biomassa

As pirâmides de biomassa expressam a **quantidade de matéria orgânica** (massa orgânica ou biomassa) presente em cada nível trófico da cadeia alimentar.

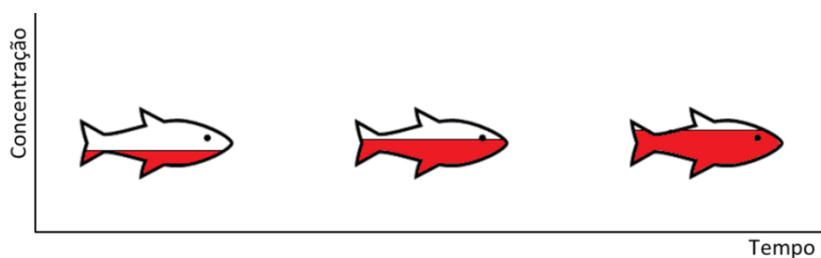
Apenas uma pequena porção de biomassa é passada adiante, dado que a maior parte é utilizada como fonte de energia pelos organismos e eliminada nas excretas. Para se calcular a biomassa em cada nível trófico, os ecólogos costumam usar a quantidade de massa seca nele presente. Por exemplo, delimita-se uma área (em m²), colhe-se a vegetação ali presente, seca-se em estufa e pesa-se o material obtido (em gramas ou quilogramas). O peso então é dividido pela área em que ocorria, fornecendo uma quantidade de massa seca orgânica por unidade de área (g/m² ou kg/m²).



As pirâmides de biomassa, assim como a de números, também variam em sua forma. De modo geral, ela apresenta-se com uma base maior, o que significa que a biomassa de produtores é maior que a dos herbívoros, que é maior que a dos carnívoros. Lemos que o nível trófico que serve de alimento deve ter biomassa maior que o nível a ser nutrido. O comprimento do retângulo expressa, portanto, a quantidade de biomassa acumulada em cada nível trófico.

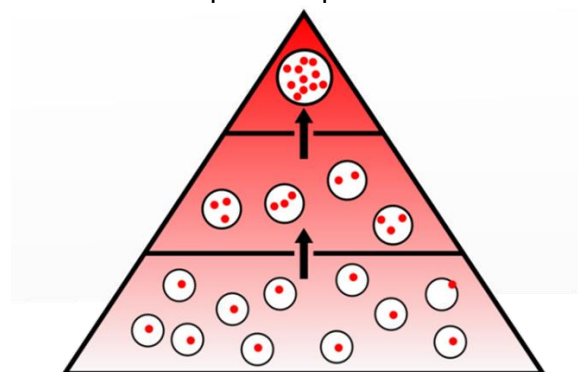
2.2.1 Bioacumulação ou Magnificação trófica

Bioacumulação se refere ao processo aumento da concentração de uma substância não metabolizável nos tecidos ou órgãos dos organismos de um único nível trófico. Essas substâncias, normalmente, são inseticidas e metais pesados com elevados níveis de reatividade. Isto quer dizer que tais elementos, além de serem capazes de desencadear diversas reações químicas, não podem ser degradados, o que faz com que permaneçam em caráter cumulativo. Na natureza, esses metais praticamente não são encontrados de forma isolada (já que são muito reativos), mas são amplamente utilizados pela indústria e lançados juntamente com os resíduos industriais ao meio ambiente. Entre os principais podemos citar o mercúrio, o chumbo, o cromo, o cádmio e o arsênio.



Bioacumulação ocorre em um nível trófico.

Biomagnificação (ou **magnificação trófica**) é um fenômeno que ocorre quando há acúmulo progressivo de substâncias de um nível trófico para outro ao longo da teia alimentar. Assim, os predadores de topo têm maiores concentrações dessas substâncias do que suas presas.



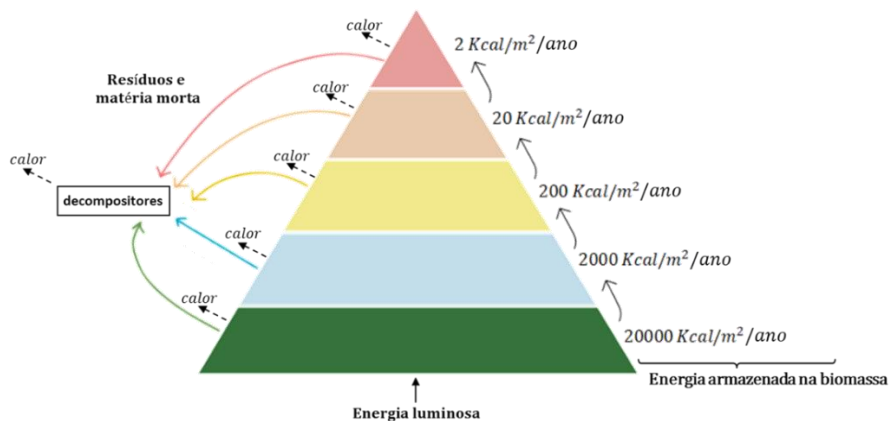
Biomagnificação ocorre ao longo da cadeia alimentar.

2.3 Pirâmide de energia

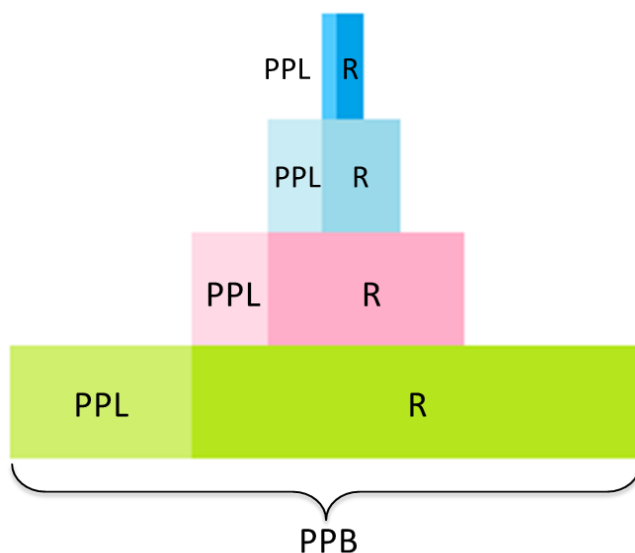
As pirâmides de energia expressam a **quantidade de energia acumulada em cada nível trófico** da cadeia alimentar. Já sabemos que a energia apresenta um fluxo decrescente e unidirecional, e que quanto mais distante dos produtores, menor será a quantidade de energia recebida pelos níveis tróficos. O fato de que cada nível transfere para o próximo apenas 10% da energia útil que recebe, aproximadamente, limita o número de níveis tróficos nas cadeias para 4 ou 5 em média. Uma cadeia com 8 níveis tróficos dificilmente se sustentará na natureza, porque o consumidor final receberá uma quantidade de energia ínfima e terá que se alimentar de uma quantidade de organismos enorme para sobreviver, o que é insustentável.

A pirâmide de energia é construída com base na biomassa acumulada por unidade de área (ou volume) por unidade de tempo. Dessa forma, a pirâmide de energia nunca é invertida! Como de um nível para outro há sempre perda de energia calorífica, o nível trófico posterior sempre recebe menos energia que a disponível no nível anterior.





Podemos então definir a produtividade primária bruta e produtividade primária líquida de uma cadeia alimentar. **Produtividade primária bruta (PPB)** é o total de matéria orgânica produzida pelos produtores em um determinado tempo. Parte da PPB é usada na respiração do próprio produtor. O restante é incorporado aos tecidos do organismo autótrofo, ficando disponível para o próximo nível trófico e representa a **produtividade primária líquida (PPL)**. Ou seja, a diferença entre a produtividade primária bruta e a biomassa consumida na respiração é a porção de energia disponível para o próximo nível.



3. RESPIRAÇÃO CELULAR AERÓBIA

A respiração aeróbia celular (daqui para frente, somente respiração celular) é realizada por muitos procariontes, protistas e fungos e por todas as plantas e animais.

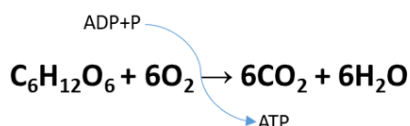
A **respiração celular aeróbia** é um processo que oxida a molécula de glicose, produzindo moléculas de gás carbônico e água como resíduos, além de acumular energia na forma de ATP.

De maneira sucinta, o gás oxigênio absorvido do meio é transportado até o interior das células, onde reage com a glicose (proveniente dos alimentos consumidos pelos animais ou da fotossíntese realizada pelas



plantas). Essa reação produz uma molécula de gás carbônico e uma molécula de água, e libera a energia que estava contida na glicose. O gás carbônico é então transportado pelo sangue (nos animais) ou seiva (nas plantas) até sua eliminação.

Parte da energia é usada na formação do ATP, a partir de uma molécula de ADP e uma molécula de fosfato inorgânico (Pi). Após ser formado, o ATP acumula essa energia, que poderá ser usada nas atividades celulares que requerem gasto energético. Dessa forma, a equação química da respiração celular deve levar em conta a produção do ATP:



$C_6H_{12}O_6$: glicose

CO_2 : gás carbônico

O_2 : gás oxigênio

H_2O : água

É claro que esta é uma simplificação do processo. Ao longo da respiração celular, ocorrem inúmeras reações químicas intermediárias até a formação dos resíduos finais, por exemplo:

Descarboxilação é a remoção de grupos carboxila, gerando CO_2 , que, no caso dos heterótrofos, é eliminado no ambiente. No caso dos autótrofos, o CO_2 pode ser empregado na fotossíntese.

Desidrogenação é a perda de átomos de hidrogênio, constituindo um processo de oxidação. Os hidrogênios são transferidos para substâncias denominadas aceptores (que “aceitam”).

Fosforilação é a formação de ATP a partir do ADP e de fosfato inorgânico, que se encontram dissolvidos no citosol e na matriz mitocondrial.

Na verdade, a respiração celular constitui-se de três etapas sequenciais: glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiratória. Nos procariontes, a glicólise e o ciclo de Krebs ocorrem no citoplasma, e a cadeia respiratória ocorre na face da membrana plasmática voltada para o citoplasma. Nos eucariontes, a glicólise ocorre no citosol e as demais etapas acontecem na mitocôndria.

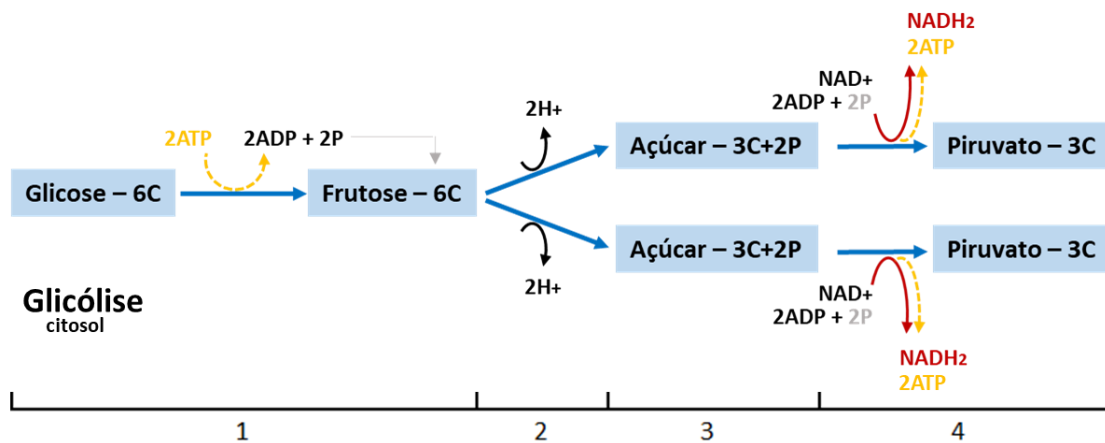
Respiração celular nos organismos:	Procariontes	Eucariontes
1ª etapa: Glicólise	Ocorre no citosol	Ocorre no citosol
2ª etapa: Ciclo de Krebs	Ocorre no citosol	Ocorre na mitocôndria
3ª etapa: Cadeia respiratória	Ocorre na membrana plasmática (face citoplasmática)	Ocorre na mitocôndria

3.1 Glicólise

A glicólise (ou via glicolítica) ocorre no **citosol** das células e é a única etapa da respiração celular que **não depende de oxigênio** para acontecer. Ela consiste em uma via central de catabolismo (degradação) de carboidratos.



1. De maneira simplificada, a glicose (uma molécula de 6 carbonos) é convertida em frutose (também com 6 carbonos) a partir da adição de dois fosfatos (P), transferidos por duas moléculas de ATP (presentes no citosol).
2. Essa frutose-difosfato possui mais energia e é mais instável que a glicose, portanto, mais fácil de ser degradada em moléculas menores. Ela é, então, desidrogenada (perde 4 átomos de H⁺), dando origem a dois açúcares menores de 3 carbonos cada (chamados gliceraldeído-3-fosfato).
3. A seguir, cada um desses açúcares recebe um fosfato inorgânico (P). Mas eles já possuem um radical fosfato em sua composição; assim, cada um deles passa a contar com dois grupos fosfato.
4. Aqueles hidrogênios liberados na etapa 2 são capturados pela coenzima NAD⁺ presente no citoplasma e esse processo necessita de energia. Os ADPs (também presentes no citoplasma) incorporam os grupos fosfato dos açúcares, formando 4 moléculas de ATP e 2 moléculas de piruvato. Essa reação permite que o NAD⁺ incorpore os H⁺, transformando-se em NADH₂.



Esquema simplificado da glicólise. O saldo energético é igual ao número de moléculas de ATP produzidas (4) menos o número de moléculas de ATP consumidas na reação (2). Portanto, a primeira etapa da respiração celular rende 2 moléculas de ATP por molécula de glicose.

O saldo energético da glicólise é de 2 ATP (4 ATP produzidos – 2 ATP gastos inicialmente = 2 ATP de rendimento) e 2 piruvatos. Olha só a ironia: a glicose precisa de ATP para iniciar sua produção de ATP! Esses **2 ATP** utilizados para dar o *start* na glicólise são chamados de **investimento energético**. Assim, a célula investe dois ATP para liberar 4 ATP no final. Além disso, os quatro hidrogênios liberados no citosol são capturados por duas coenzimas NAD⁺, formando duas moléculas de NADH₂. Resumindo:



Saldo energético da glicólise:	
Produzidos	4 ATP + 2 piruvato + 2 NADH + H ⁺
Consumidos	- 2 ATP
Saldo positivo	2 ATP + 2 piruvato + 2 NADH + H ⁺
	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-right: 5px;"></div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%;"></div> <div style="width: 100%;"></div> </div> <div style="margin-left: 10px;"> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>acetil-CoA → Ciclo de Krebs</div> <div>lactato → Fermentação</div> </div> </div> </div>

As moléculas de piruvato produzidas podem seguir dois caminhos: ou elas são convertidas em acetil-CoA e entram no ciclo de Krebs (continuando a respiração celular), ou são convertidas em lactato (no processo de fermentação). Neste momento, vamos continuar no processo de respiração celular.

As 10 etapas da glicólise

1. Hexoquinase

O primeiro passo na glicólise é converter a molécula de D-glicose em uma molécula de glicose-6-fosfato (molécula fosforilada na glicose no carbono 6). Para gerar essa reação, é necessário que uma enzima conhecida como hexoquinase participe e tenha a função de ativar a glicose para que possa ser usada em processos subsequentes.

2. Fosfoglucoase isomerase (glicose-6 P isomerase)

A segunda reação da glicólise é a transformação de glicose-6-fosfato em frutose-6-fosfato. Para fazer isso, uma enzima chamada fosfoglucoase isomerase deve agir. Essa é a fase de definição da composição molecular que permitirá a consolidação da glicólise nas duas etapas seguintes.

3. Fosfofructoquinase

Nesta fase, a frutose-6-fosfato é convertida em 1,6-bifosfato de frutose, através da ação da fosfofructoquinase e magnésio. É uma fase irreversível, que faz com que a glicólise comece a se estabilizar.

4. Aldolase

Agora a frutose 1,6-bifosfato é dividida em dois açúcares isoméricos, ou seja, duas moléculas com a mesma fórmula, mas cujos átomos são ordenados de forma diferente, que também têm propriedades diferentes. Os dois açúcares são fosfato de di-hidroxiacetona (DHAP) e 3-fosfato de gliceraldeído (GAP), e a divisão ocorre pela atividade da enzima aldolase.

5. Trifosfato isomerase

A fase número 5 consiste em reservar fosfato de gliceraldeído para o próximo estágio da glicólise. Para isso, é necessário atuar uma enzima chamada trifosfato isomerase dentro dos dois açúcares obtidos no estágio anterior (fosfato de dihidroxiacetona e gliceraldeído



3-fosfato). É aqui que termina o primeiro dos grandes estágios que descrevemos no início dessa numeração, cuja função é gerar gasto de energia.

6. Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase

Nesta fase, começa a obtenção de energia (durante as 5 anteriores, apenas havia sido gasta). Continuamos com os dois açúcares gerados anteriormente e sua atividade é a seguinte: produzimos 1,3-bisofosfoglicerato, adicionando um fosfato inorgânico ao gliceraldeído 3-fosfato.

Para adicionar este fosfato, a outra molécula (gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase) deve ser desidrogenada. Isso significa que a energia do composto começa a aumentar.

7. Fosfoglicerato quinase

Nesta fase, há outra transferência de um fosfato, para formar trifosfato de adenosina e 3-fosfoglicerato. É a molécula de 1,3-bisfosfoglicerato que recebe um grupo fosfato de parte da fosfoglicerato quinase.

8. Fosfoglicerato mutase

A partir da reação anterior, obteve-se 3-fosfoglicerato. Agora é necessário gerar 2-fosfoglicerato, através da ação de uma enzima chamada fosfoglicerato mutase. Este último realoca a posição do terceiro fosfato de carbono (C3) em direção ao segundo carbono (C2) e, assim, a molécula esperada é obtida.

9. Enolasa

Uma enzima chamada enolase é responsável pela remoção da molécula de água do 2-fosfoglicerato. Desta forma, o precursor do ácido pirúvico é obtido e nos aproximamos do final do processo de glicólise. Esse precursor é o fosfoenolpiruvato.

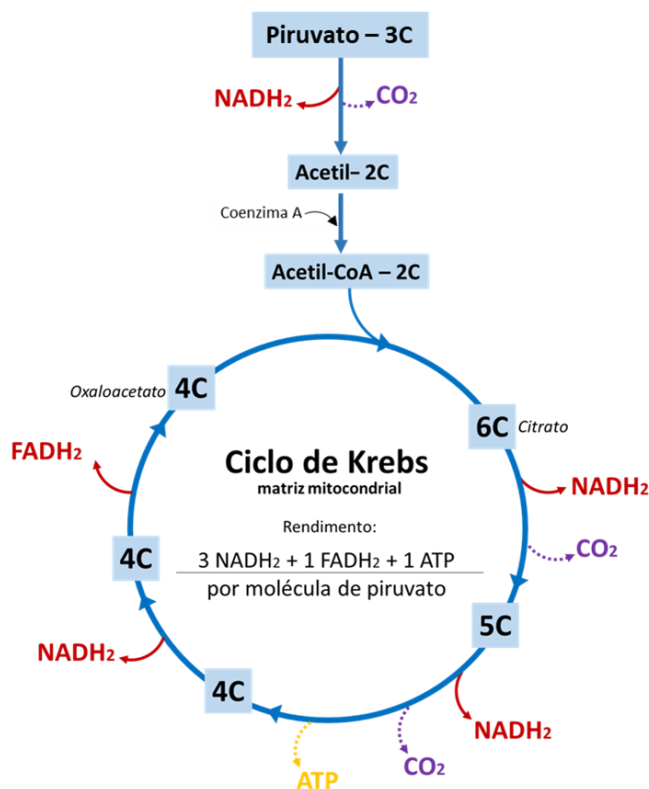
10. Piruvatoquinase

Finalmente, ocorre uma transferência de fósforo do fosfoenolpiruvato para a adenosina difosfato. Essa reação ocorre pela ação da enzima piruvato quinase e permite que a glicose termine de se transformar em ácido pirúvico.

3.2 Ciclo de Krebs

Na **matriz mitocondrial** (solução aquosa no interior das mitocôndrias), o piruvato resultante da glicólise é convertido em um composto de dois carbonos (acetil), liberando gás carbônico. Este composto reage com uma substância chamada coenzima A, dando origem a duas moléculas de **acetil-coenzima A** (ou somente **acetil-CoA**). **A acetil-CoA é o reagente que inicia a segunda etapa da respiração celular**, uma série de reações denominadas ciclo de Krebs ou ciclo do ácido cítrico ou ainda ciclo do ácido tricarbóxico.





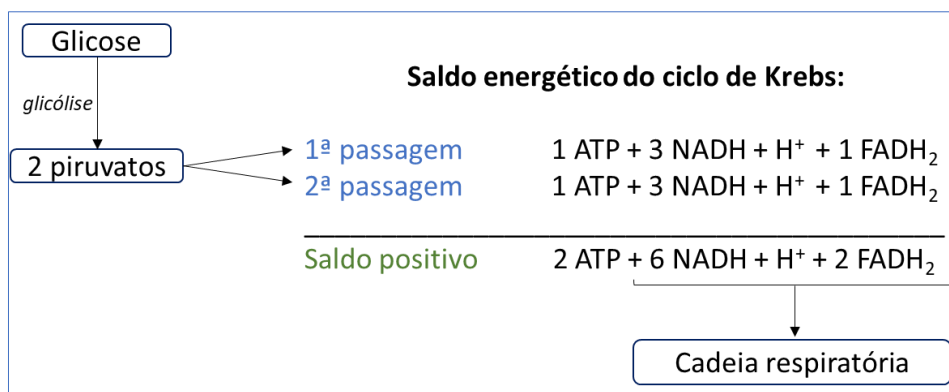
Esquema simplificado do ciclo de Krebs. A acetil-CoA combina-se com o oxalacetato e libera a coenzima A, formando o citrato. Ao longo do ciclo, o citrato perde carbonos na forma de CO₂ e hidrogênios, que são captados pelo NAD⁺ ou FAD. Ao final, forma-se o composto de oxalacetato, que novamente se une a uma acetil-CoA e reinicia o ciclo.

O ciclo de Krebs inicia-se, portanto, quando a acetil-CoA se combina com um composto já existente na matriz mitocondrial, chamado ácido oxalacético ou oxalacetato. Da reação da acetil-CoA com o oxalacetato origina-se o citrato (ou ácido cítrico). A partir daí, uma série de oito reações de desidrogenação e descarboxilação se sucedem até que uma nova molécula de oxalacetato seja produzida e o ciclo se reinicie.

Os hidrogênios liberados nas desidrogenações são capturados pelas coenzimas NAD⁺ e FAD, produzindo três moléculas de NADH₂ e uma molécula de FADH₂. Além disso, cada acetil-CoA rende energia suficiente para a síntese de uma molécula de ATP.

Como o produto da glicólise envolve duas moléculas de piruvato, o processo de respiração celular envolve duas passagens pelo ciclo de Krebs por molécula de glicólise. Dessa forma, na passagem do primeiro piruvato há o rendimento de 1 ATP; na passagem do segundo piruvato, mais 1 ATP é produzido, gerando um saldo de 2 moléculas de ATP, 6 moléculas de NADH₂ e 2 de FADH₂ em todo o ciclo de Krebs.





Etapas do ciclo de Krebs

Etapa 1: o acetilCoA liga-se com o oxaloacetato, uma molécula de quatro carbonos, para formar uma molécula de seis carbonos – o citrato.

Etapa 2: ocorre a reorganização da conformação do citrato, dando origem ao seu isômero isocitrato.

Etapa 3: o isocitrato é oxidado e reduz NAD⁺ a NADH. Durante a reação, ocorre a perda de uma molécula de CO₂, resultando na molécula de α-cetoglutarato.

Etapa 4: nessa etapa, ocorre mais uma redução de NAD⁺ a NADH e a perda de uma molécula de CO₂. Assim, a molécula resultante dessa reação liga-se à coenzima A, formando a succinil-CoA.

Etapa 5: acontece a substituição da coenzima A por um grupo fosfato. Esse grupo fosfato é transferido ao GDP e forma a molécula de GTP, que rapidamente é convertida em ATP. Nessa etapa, acontece a formação do succinato.

Etapa 6: o FAD remove dois átomos de hidrogênio do succinato, formando FADH₂ e dando origem ao fumarato.

Etapa 7: o fumarato liga-se a uma molécula de água, formando um grupo hidroxila próximo à carbonila, resultando em malato.

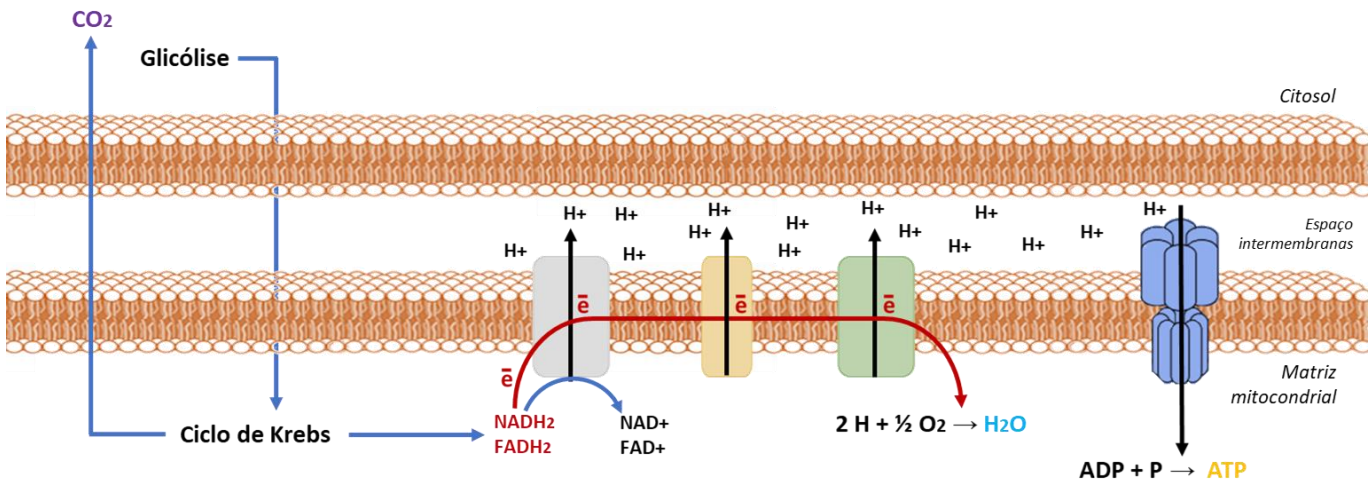
Etapa 8: por fim, ocorre a oxidação do malato, levando à redução do NAD⁺ a NADH e a regeneração do oxaloacetato.

3.3 Cadeia respiratória

A última etapa da respiração celular é chamada de cadeia respiratória, ou cadeia transportadora de elétrons, e ocorre nas cristas mitocondriais. As três moléculas de NADH + H⁺ (ou NADH₂) e a molécula de FADH₂, provenientes da primeira passagem do piruvato no ciclo de Krebs, transferem seus elétrons e íons H⁺ para o



oxigênio presente na mitocôndria, formando água. Essa transferência envolve uma série de proteínas transportadoras, chamadas de citocromos, que funcionam como bombas de H⁺.



Mitocôndria. A glicose é degradada na glicólise (citosol) e no ciclo de Krebs, gerando moléculas ricas em energias (NADH e FADH₂). Os elétrons dessas moléculas fluem a favor de um gradiente de energia, à medida que passam de um citocromo para o seguinte (a seta azul indica o caminho dos elétrons pelo complexo transportador de elétrons, na crista mitocondrial), até se combinarem com o oxigênio presente na matriz para produzir água. A energia liberada em cada citocromo é aproveitada para bombear H⁺ através da membrana, que depois retorna para a matriz ativamente, através da ATP-sintetase, fornecendo energia para a produção de ATP.

As moléculas de NADH₂ e FADH₂ transferem seus elétrons para os citocromos, gerando íons H⁺ livres que são bombeados da matriz mitocondrial para o espaço intermembranar. O acúmulo de íons H⁺ causa um desequilíbrio entre o espaço intermembranar e a matriz, o que promove o retorno desses íons à matriz através de um complexo de proteínas formadoras de ATP, as ATP-sintetases.

Durante esse retorno à matriz, os íons H⁺ fornecem energia para a síntese de ATP. A fosforilação oxidativa é a reação que caracteriza essa síntese: fosfatos inorgânicos (dissolvidos na matriz) ligam-se aos ADPs (também dissolvidos na matriz), a partir da energia dos íons H⁺, produzindo ATP. Além disso, alguns íons H⁺ ao invés de serem bombeados para o espaço intermembranar combinam-se com gás oxigênio e formam moléculas de água.

O oxigênio participa diretamente da respiração celular somente nesta etapa de fosforilação oxidativa. Mesmo assim, é fundamental para a ocorrência de todos os outros processos no ciclo de Krebs, pois na sua ausência, alguns organismos realizam fermentação (como veremos no próximo capítulo). Por isso dizemos que o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória são etapas aeróbicas da respiração celular, enquanto a glicólise é uma etapa anaeróbica.

A cadeia respiratória finaliza o processo de respiração celular. Abaixo, temos um quadro que resume o balanço energético de cada etapa deste processo.



Saldo energético total da respiração aeróbia celular

Para cada molécula de glicose que entra na cadeia respiratória, formam-se 30 ou 32 ATP. Isso porque são necessários 2 NADH para formar 5 ATP e 2 FADH₂ para formar 3 ATP na cadeia respiratória. Assim, cada NADH produz 2,5 ATP e cada FADH₂ produz 1,5 ATP. Temos então que:

Saldo energético no citosol (glicólise): 7 ou 5 ATP

- 2 NADH → 5 ATP
- 2 ATP formados diretamente

NOTA: 2 ATP podem ser usados na entrada dos NADH na mitocôndria, na próxima etapa da respiração

Saldo energético na mitocôndria (formação de acetil-CoA e ciclo de Krebs): 25 ATP

- 8 NADH (2 NADH na formação do acetil-CoA e 6 NADH no ciclo de Krebs) → 20 ATP
- 2 FADH₂ → 3 ATP
- 2 ATP formados diretamente

Assim, o total de moléculas de ATP produzidas por molécula de glicose degradada equivale ao saldo produzido no citosol mais o saldo produzido na mitocôndria, ou seja, poderá ser de 32 ou 30 ATP.

Na respiração celular, o nosso organismo produz **radicais livres**, moléculas instáveis e que apresentam um elétron que tende a se associar de maneira rápida a outras moléculas de carga positiva com as quais pode reagir ou oxidar.

Por exemplo, o NAD⁺, nesse estado oxidado, é um radical livre. Ou seja, radicais livres são importantes na síntese de energia e considerados elementos essenciais na estimulação do nosso sistema imunológico, não sendo prejudiciais à saúde em níveis considerados normais.

Contudo, **em excesso podem ser tóxicos ao nosso organismo**, enfraquecendo o sistema imunológico e favorecendo o envelhecimento. Além da reprodução celular, fatores externos ao organismo, como poluição, radiação solar, consumo de tabaco e álcool, má nutrição e uso de produtos com aditivos artificiais, falta de sono, também contribuem para formação de radicais livres, nesses casos chamados de exógenos.

Para evitar isso, uma alimentação saudável deve conter uma parcela de antioxidantes, moléculas com carga positiva que se combinam com os radicais livres, tornando-os inofensivos. Alimentos que contêm propriedades antioxidantes como o betacaroteno e as vitaminas C e E, e o selênio, neutralizam e varrem do organismo os radicais livres. O mamão, a laranja, a cenoura, a cebola, o morango e o espinafre estão entre eles.

Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

A fonte imediata de energia que aciona a síntese de ATP pela ATP-sintetase durante a fosforilação oxidativa é:

- a) a oxidação da glicose e outros componentes orgânicos.
- b) a transferência do fosfato ao ADP.



- c) o fluxo de elétrons pela cadeia de transporte de elétrons.
- d) a redução de NAD^+ e FAD^+ a NADH e FADH_2 , respectivamente.
- e) o gradiente de concentração de H^+ através da membrana que apresenta a ATP-sintetase.

Comentários

A fosforilação oxidativa é formada por dois componentes estreitamente ligados: a cadeia de transporte de elétrons e a quimiosmose. Na cadeia de transporte de elétrons, os elétrons passam de uma molécula para outra, e a energia liberada durante essa transferência é usada para formar um gradiente eletroquímico. Na quimiosmose, a energia armazenada no gradiente é usada para formar ATP.

À medida que os elétrons se movem para níveis de energia mais baixos, os complexos capturam a energia liberada e a utilizam para bombear íons H^+ da matriz para o espaço intermembranar. Este bombeamento forma um gradiente eletroquímico através da membrana mitocondrial interna, onde podem se mover de volta à matriz (a favor de seu gradiente de concentração) somente com auxílio de proteínas de canal que formam túneis hidrofílicos através da membrana: a proteína transmembranar conhecida como ATP sintase.

Assim, a ATP sintase é acionada pelo fluxo de íons H^+ e catalisa a adição de um fosfato ao ADP, capturando a energia do gradiente de prótons na forma de ATP.

Gabarito: E.

Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

A respiração celular é um dos processos do metabolismo energético. Nele ocorre a degradação de moléculas orgânicas energéticas, como a glicose, para a produção de energia para as células na forma de ATP. Assinale a alternativa correta.

- a) A respiração celular tem início com a glicólise, etapa em que a glicose é degradada e forma, ao final do processo, duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato.
- b) O gás carbônico liberado na respiração celular é produzido no ciclo de Krebs a partir gás oxigênio e de átomos de carbono provenientes da degradação da glicose.
- c) A maior parte do ATP é produzido na última etapa da respiração celular, que acontece da membrana mitocondrial externa.
- d) O gás oxigênio é utilizado na última etapa da respiração celular e atua como aceptor final de elétrons.

Comentários

A. Errada, pois, ao final da glicólise, são formadas duas moléculas de piruvato (ou ácido pirúvico) a partir da quebra de uma molécula de glicose. O gliceraldeído é um intermediário desse processo.

B. Errada, pois, apesar do gás carbônico liberado na respiração ser formado no ciclo de Krebs, ele não é produzido a partir do gás oxigênio. Este só é utilizado na terceira etapa do processo metabólico.

C. Errada, pois a cadeia transportadora de elétrons acontece nas cristas mitocondriais formadas pela membrana mitocondrial interna.

Gabarito: D.



Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

A respiração celular é um processo metabólico de obtenção de energia a partir da degradação de moléculas orgânicas na presença de oxigênio. Sobre esse processo, assinale a alternativa correta.

- a) A respiração celular tem início com a glicólise, etapa em que ocorre a formação de acetil-CoA a partir da quebra da molécula de glicose.
- b) A glicólise, etapa anaeróbica que ocorre no citosol, é exclusiva de processos anaeróbicos.
- c) É no ciclo de Krebs que ocorre a produção do gás carbônico liberado na respiração.
- d) A maior parte do ATP é produzido na cadeia respiratória, segunda etapa da respiração celular.
- e) É na cadeia respiratória que o oxigênio é consumido, produzindo o gás carbônico liberado no processo.

Comentários

- A. Errada, pois a acetil-CoA é formada na segunda etapa. A glicólise forma duas moléculas de piruvato.
- B. Errada, pois a glicólise, além de ocorrer na fermentação, que é um processo anaeróbico, ocorre na respiração, que é aeróbica.
- D. Errada, pois a cadeia respiratória é a terceira etapa da respiração.
- E. Errada, pois o gás carbônico é produzido no ciclo de Krebs.

Gabarito: C.

3.4 Fontes de energia da respiração celular aeróbia

Todos os seres vivos necessitam de energia para a realização de suas funções vitais, retirando-a da alimentação à base de carboidratos, proteínas e gorduras. Após a refeição, os nutrientes encontram-se em grandes concentrações no sangue e são utilizados para síntese de biomoléculas de alta energia.

Os **carboidratos**, fontes rápidas de energia, são degradados por enzimas digestivas até que cheguem ao monossacarídeo glicose. A partir daí eles passam da luz intestinal ao sangue e, então, entram na célula, para que a glicólise aconteça. O excedente é estocado na forma de **glicogênio**. O glicogênio é nossa reserva de energia imediata, sintetizado em um processo denominado **glicogênese**.

Normalmente, possuímos cerca de 100g de glicogênio no fígado e 200g nos músculos esqueléticos, sendo esses 300g suficientes para fornecer energia por aproximadamente 10-15 horas. Contudo, a maior parte da glicose excedente é estocada nas células adiposas como triglicerídeos, em um processo denominado **lipogênese**.

Se as concentrações séricas de glicose caem, ou seja, se a concentração de açúcar no plasma é reduzida, o organismo recorre primeiramente ao glicogênio, quebrando-o em glicose no processo chamado **glicogenólise**. Se ainda assim a glicose não for suficiente para suprir as necessidades energéticas básicas, ele recorre então aos adipócitos. Para utilizar a gordura como fonte de energia, as lipases quebram os



triglicerídeos em ácidos graxos e glicerol, no processo de **lipólise**. O glicerol é convertido em gliceraldeído-3-fosfato, um substrato da glicólise, e os **ácidos graxos** podem ser utilizados para a síntese de ATP.

Uma vez que os ácidos graxos sejam transportados até a matriz mitocondrial, eles serão quebrados em duas unidades de carbono por vez, até o fim da cadeia, formando inúmeras moléculas de acetil-CoA. Esse processo denomina-se **beta-oxidação**. Uma vez produzidas, as moléculas integram o ciclo de Krebs e retomam a produção de ATP. Mas se a quantidade de acetil-CoA gerada for superior à capacidade de metabolização no ciclo de Krebs, o excesso dessas moléculas será convertido em **corpos cetônicos**. No sangue, esses corpos cetônicos podem acarretar a condição de acidose metabólica, levando à desidratação, perda de eletrólitos e problemas renais.

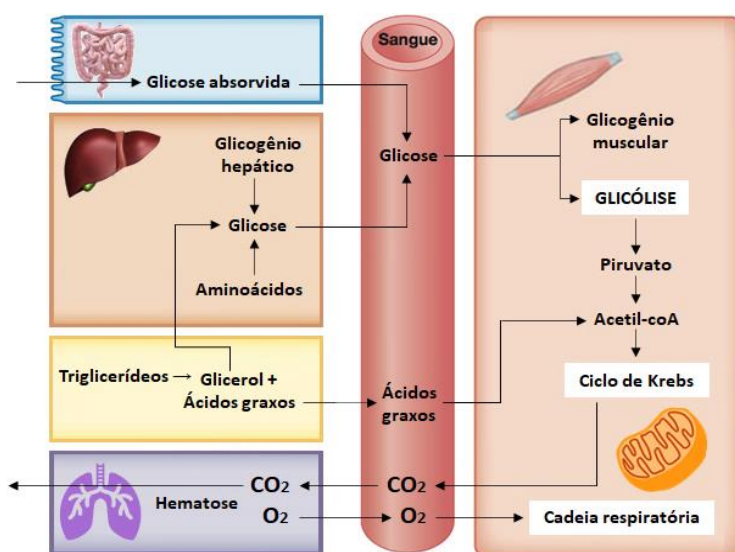
Curiosidade

Como é possível obter inúmeras moléculas de acetil-CoA a partir de uma longa cadeia de ácido graxo, as gorduras conseguem armazenar em 1 grama o dobro de calorias em relação a mesma quantidade de carboidratos. Em média, 1 grama de carboidrato ou proteína armazenam 4 Kcal, enquanto 1 g de lipídio armazena 8 Kcal.

As proteínas também podem ser substrato para geração de energia. O produto da degradação proteica são os **aminoácidos**, utilizados como fonte para síntese de proteínas nos ribossomos. Mas, em casos de jejum, os aminoácidos podem ser utilizados como fonte para obtenção de ATP. Isso acontece a partir da degradação das proteínas musculares até a formação de aminoácidos livres.

A primeira etapa neste processo é a **desaminação**, a qual remove o grupo amino do aminoácido, gerando amônia e ácidos orgânicos como o acetil-CoA e o ácido pirúvico. Tais ácidos entram para o ciclo de Krebs e iniciam a produção de ATP, enquanto a amônia se associa aos íons hidrogênio formando íons amônio. No fígado, esses íons serão convertidos em ureia para posterior excreção pelos rins.

A desaminação de aminoácidos no fígado para produção de ATP ou síntese de glicose denomina-se **gliconeogênese**.





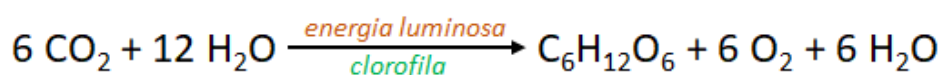
4. FOTOSÍNTESE

Até aqui, vimos dois processos metabólicos que produzem energia através da degradação de moléculas orgânicas precursoras, isto é, dois **processos catabólicos**. A partir de agora veremos o principal processo de produção de energia através da **síntese de moléculas orgânicas**, ou seja, o principal **processo anabólico** de produção de ATP: a fotossíntese.

Fotossíntese, em linhas gerais, é a **conversão** que os organismos fotossintetizantes fazem **da energia luminosa em energia química**, a partir da assimilação de gás carbônico.

Dizemos que esses organismos fotossintetizantes são **autótrofos**, isto é, **produzem seu próprio alimento**, ao contrário dos heterótrofos que não o produzem. A fotossíntese é realizada por organismos clorofilados (que possuem clorofila) como as plantas, algas e as bactérias fotossintetizantes (cianobactérias).

A fórmula geral da fotossíntese é representada da seguinte maneira:



Nesta aula, vamos nos dedicar ao processo de fotossíntese da forma como acontece nas plantas: dentro das folhas. Nas plantas terrestres, **a água é obtida do solo**, através da absorção das raízes, e transportada até as folhas pelos vasos condutores. Já **o gás carbônico é obtido do ar atmosférico** e penetra nas folhas através de estruturas chamadas de estômatos, por difusão. Uma vez no interior da folha, o gás carbônico chega até os **cloroplastos**, onde ocorre a fotossíntese.

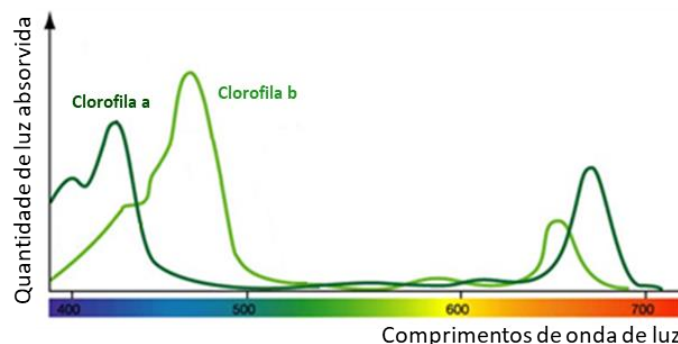
4.1 Luz solar e clorofila

A luz é o componente fundamental na equação da fotossíntese, mas ela só pode ser utilizada graças aos pigmentos fotossintetizantes que conseguem capturar sua energia. Para ocorrer a fotossíntese, é necessária a presença de **clorofila**, um pigmento verde.

A radiação solar (luz branca) é composta de vários comprimentos de onda que se decompõem em diferentes cores. Os pigmentos das plantas têm a característica de absorver apenas alguns comprimentos de luz refletindo os demais.

A clorofila fica armazenada dentro dos **cloroplastos**, a organela onde toda a conversão de energia acontece. Quando a luz solar incide sobre a folha, o pigmento **reflete a luz verde e absorve as demais, sendo as luzes azul e vermelha absorvidas com maior eficiência**.





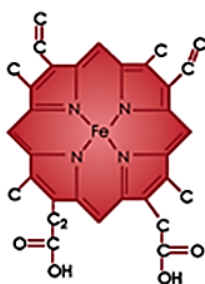
Espectros de luz absorvidos pela clorofila. A clorofila é o pigmento fotossintetizante capaz de absorver a energia luminosa e transformá-la em energia potencial química, que fica armazenada nas moléculas orgânicas produzidas.

Existem três tipos de clorofila, e elas variam na forma como cada uma absorve a luz dentro do espectro das radiações azul e vermelha, nos quais a fotossíntese é mais intensa.

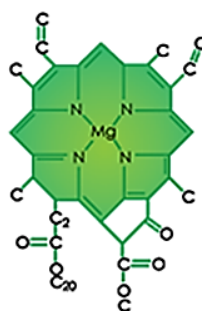
A **clorofila a** é encontrada em quase todos os organismos que realizam fotossíntese, exceto algumas bactérias fotossintetizantes. Ela atua ativamente na produção de substâncias orgânicas e é a mais abundante. As **clorofilas b, c e d** atuam como **pigmentos acessórios** na fotossíntese, ajudando a ampliar a faixa de luz que pode ser utilizada nesse processo, complementando a captação de luz. Elas não substituem a clorofila a. Além desses pigmentos, existem outros como a bacterioclorofila (que absorve luz infravermelha e ocorre nas sulfobactérias púrpuras fotossintetizantes), as ficobilinas (presentes nas algas vermelhas) e os carotenoides (ocorrem na generalidade dos eucariontes fotossintetizantes).

A clorofila é uma molécula complexa composta por anéis que têm em sua composição carbono, hidrogênio e o **magnésio** ao centro. Ligada a um dos anéis há uma cadeia de hidrocarboneto chamada **fitol**. Por ser o magnésio um íon metálico, a clorofila é denominada como uma metalobiomolécula, assim como a hemoglobina. A diferença entre esses pigmentos é que a possui ferro em seu núcleo, enquanto a clorofila possui o magnésio.

Hemoglobina



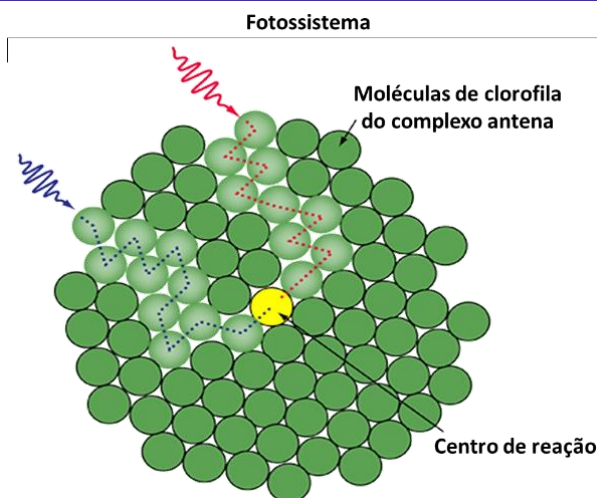
Clorofila



Os pigmentos fotossintetizantes ficam nos **tilacoides dos cloroplastos**, organizados em conjuntos chamados **complexo antena**. O nome vem da função que eles exercem: captar energia luminosa. Em cada complexo antena, a energia captada é transferida para um **par especial de clorofila**, que participa de uma estrutura chamada **centro de reação**. Essas clorofilas, energizadas pela energia luminosa, liberam elétrons que são transferidos para aceptores de elétrons (NADP⁺). Cada complexo antena com seu centro de reação forma um **fotossistema**.



Fotossistemas são grandes complexos de proteínas e pigmentos otimizados para coletar luz, que têm um papel chave nas reações fotoquímicas. Eles se localizam nas membranas dos tilacoides.



Há dois tipos de fotossistemas: fotossistema I (PSI) e fotossistema II (PSII). Ambos contêm muitos pigmentos que ajudam a absorver energia luminosa, bem como um par especial de moléculas de clorofila encontradas no centro de reação. O par especial do fotossistema I é chamado P700, enquanto o par especial do fotossistema II é chamado de P680.

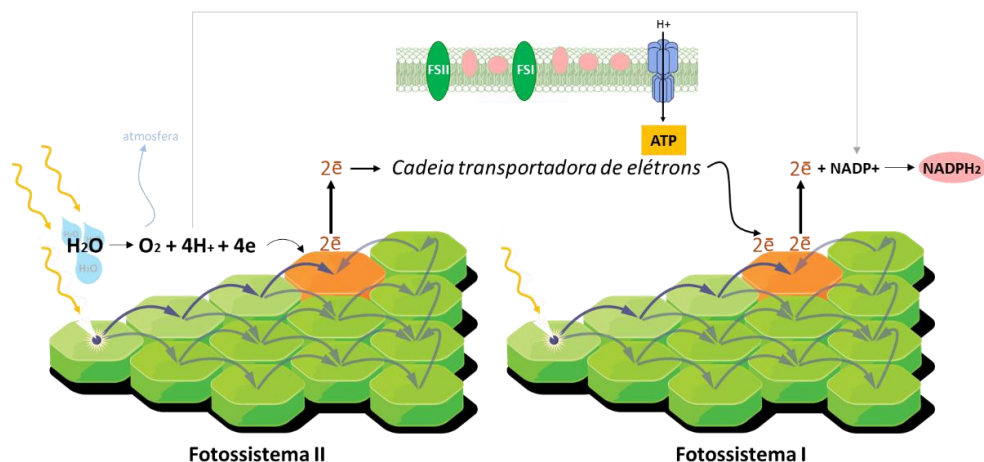
Agora que já temos o conhecimento prévio do que é fotossíntese e de quais estruturas participam do processo, vamos ver como ele de fato acontece. Assim como a respiração celular, a fotossíntese envolve várias reações químicas divididas em duas grandes etapas: a etapa fotoquímica, que acontece na presença de luz, e a etapa química, que independe da energia luminosa para acontecer. Apesar de dizermos que o produto direto da fotossíntese é a glicose, na verdade, o glicídio que se forma é o gliceraldeído-3-fosfato (PGAL), uma molécula que possui três átomos de carbono e é convertida em amido (polissacarídeo) ou sacarose (dissacarídeo).

4.2 1ª etapa) Fase fotoquímica ou clara

As reações da etapa fotoquímica são chamadas **reações de claro** e acontecem nos **tilacoides** do cloroplasto. Esta etapa se inicia com a transferência da energia luminosa para a molécula de clorofila. A energia luminosa energiza os elétrons da clorofila, transferindo-os para moléculas da coenzima NADP^+ ali presentes, reduzindo-a a NADPH. Simultaneamente ocorre a **fotólise da água**. Essa reação libera gás oxigênio (O_2), átomos de hidrogênio (H^+) e elétrons (e^-). Todo esse processo químico é chamado de **fotofosforilação**, porque a energia utilizada na síntese de ATP (fosforilação) é proveniente da luz (foto).

Agora que entendemos o que acontece na etapa fotoquímica, vamos entrar nos detalhes!





A energia luminosa entra nos tilacoídeos e energiza os elétrons da clorofila. Esses elétrons são transportados por uma cadeia transportadora proteica (citocromos) e ao final são captados pelo NADP^+ . A fotólise da água acontece ao mesmo tempo. Os elétrons liberados na quebra da água são absorvidos pela clorofila, o oxigênio é liberado para a célula e os H^+ fornecem energia para a formação de uma molécula de ATP.

Quando a luz é absorvida por um dos muitos pigmentos no fotossistema II (PSII), a energia é transferida para seu interior e vai “saltando”, de pigmento para pigmento, até atingir o centro de reação. Essa transferência de energia é suficiente para excitar elétrons e fazê-los viajar por uma cadeia de citocromos, até serem depositados no centro de reação do PSI. Esse processo é chamado **fotofosforilação acíclica**.

Ao mesmo tempo, a energia luminosa realiza a quebra de moléculas de água (fotólise), liberando O_2 para a atmosfera e enviando elétrons para substituir os que foram perdidos do centro de reação. Os elétrons transportados pela cadeia de citocromos liberam energia durante o deslocamento, que é utilizada para bombear íons H^+ para o tilacoide, criando um gradiente eletroquímico. Esses íons retornam ao estroma através da ATP-sintase, sintetizando ATP (processo conhecido como **quimiosmose**).

Da mesma forma que a absorção de luz ocorre na PSII, ela também ocorre na PSI. Contudo, quando a energia luminosa atinge o centro de reação desse fotossistema, ele emite elétrons que não serão transportados por citocromos, mas sim capturados pela coenzima NADP^+ , fazendo com que ela seja reduzida a NADPH^+ . Esse processo é chamado **fotofosforilação cíclica**.

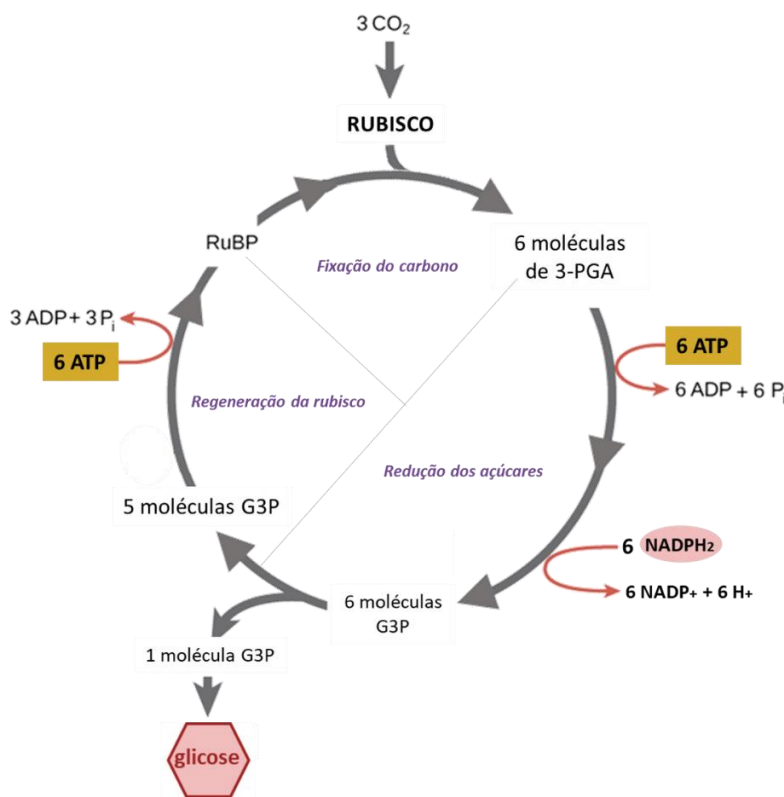
4.3 2ª etapa) Fase química ou escura

As reações da etapa química são chamadas **reações de escuro** e acontecem no **estroma** do cloroplasto. Elas levam esse nome porque **podem ser realizadas independentemente da presença de luz**. Esta etapa é bem mais lenta que a primeira e é nela que o gás carbônico é transformado em glicose. O CO_2 proveniente do ar atmosférico é reduzido pela coenzima NADPH_2 formada na etapa fotoquímica, que volta a ser NADP^+ . Ao se reduzir, **o CO_2 é fixado na planta**, ou seja, seu carbono passa a integrar o vegetal na forma de açúcar. Essa fixação demanda o ATP produzido na etapa clara.

Para que essa conversão do CO_2 em açúcar aconteça, são necessárias várias reações complexas que compõem o **ciclo de Calvin**, também conhecido como ciclo de Calvin-Benson ou ciclo das pentoses. As reações do ciclo de Calvin podem ser divididas em três etapas principais: **fixação** do carbono, **redução** de açúcares e **regeneração** da molécula inicial.



O ciclo começa com a **fixação do carbono** através da reação de uma molécula de CO_2 atmosférico (cuja entrada na planta se dá pelos poros foliares conhecidos como estômatos) com um açúcar de cinco carbonos chamado ribulose 1,5-bifosfato (**RuBP**). Esta reação é catalisada pela enzima **rubisco** e origina duas moléculas de três carbonos (2 moléculas de fosfoglicerato, conhecidas como **PGA**).



Em seguida, moléculas de ATP e NADPH originadas da etapa fotoquímica são reduzidas e, em contato com as moléculas de PGA, convertem-nas em duas moléculas de gliceraldeído-3-fosfato (**G3P**). Uma das moléculas de G3P é usada para gerar a **glicose**, enquanto a outra finaliza o ciclo, restaurando a RuBP e a enzima rubisco.

Para formar uma molécula de glicose (6C) são necessárias **3 moléculas de CO_2 fixadas** (pois cada uma gera 2 G3P) e **6 passagens pelo ciclo de Calvin**.

Qual a importância da fotossíntese?

A importância da fotossíntese está no fato de que ela utiliza substâncias inorgânicas simples e pouco energéticas como matéria prima, como o CO_2 , e produz moléculas mais complexas e de alto valor energético, como a glicose e gás oxigênio. A glicose funciona como fonte de energia e precursor dos demais componentes orgânicos dos seres autótrofos. Como estes são a base das cadeias alimentares, sendo chamados de produtores, eles acabam fornecendo energia para os seres heterótrofos também, que deles se alimentam.

Já em relação ao oxigênio, além de ser utilizado na respiração dos organismos fotossintetizantes, praticamente todo o O_2 existente na atmosfera em concentração adequada à vida é resultante da fotossíntese. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.



Questões para memorização

Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

As plantas carnívoras, também conhecidas por “plantas insetívoras”, são

- A. autótrofas e heterótrofas ao digerir insetos para obtenção de matéria orgânica.
- B. apenas autótrofas, obtendo compostos nitrogenados dos insetos capturados.
- C. apenas heterótrofas, pela perda de cloroplastos ao longo de sua evolução.
- D. apenas autótrofas, obtendo matéria orgânica do inseto apenas na falta de luz.
- E. autótrofas e heterótrofas intercalando ambas as formas para obter matéria orgânica.

Comentários

A. Errada. Experimentos com moléculas químicas marcadas indicaram que tais plantas não fixam ou utilizam os nutrientes obtidos da digestão dos insetos capturados. Portanto, elas não “se alimentam” da matéria orgânica do inseto, não havendo heterotrofia.

B. Correta. Estas plantas vivem em ambientes com poucos nutrientes nitrogenadas, geralmente por serem solos bastante ácidos. A capacidade de digerir insetos para obtenção de compostos nitrogenados possibilitou a sobrevivência dessas plantas nestes habitats. Elas continuam, portanto, com a fixação do carbono pela fotossíntese.

C. Errada. Plantas são seres autótrofos.

D. Errada. Se a afirmativa do uso da matéria orgânica fosse verdadeira, então poderia concluir-se que tais plantas também são heterótrofas.

E. Errada. Como explicado acima, não há obtenção/uso da matéria orgânica do inseto.

Gabarito: B.

4.4 Fotorrespiração

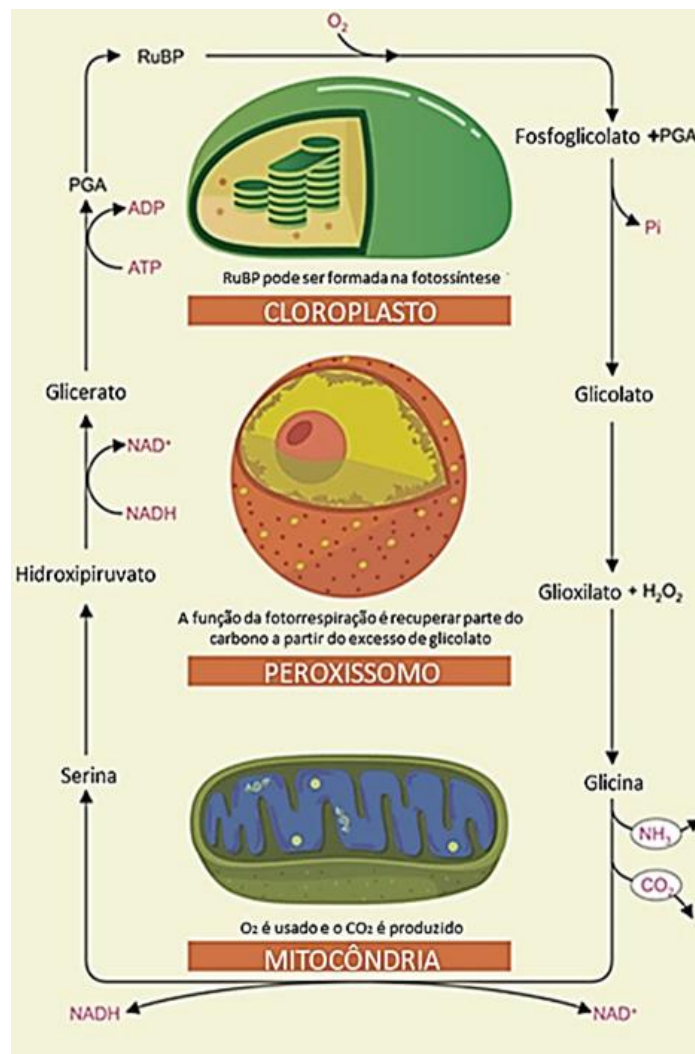
A rubisco (RuBP) é uma enzima fundamental no processo de fotossíntese ao incorporar dióxido de carbono (CO_2) em uma molécula orgânica durante a primeira passagem no ciclo de Calvin. Contudo, ela pode utilizar tanto o CO_2 quanto o O_2 como substrato, adicionando qualquer uma dessas duas moléculas à ribulose 1,5-bifosfato. A reação que usa CO_2 corresponde à primeira etapa do ciclo de Calvin e leva à formação de açúcar, como vimos acima. A reação que usa O_2 inicia uma via chamada fotorrespiração, que, ao invés de fixar carbono, leva à perda do carbono já fixado como CO_2 , desperdiçando energia e diminuindo a síntese de açúcar.

Fotorrespiração é um sistema contrário à fotossíntese, no qual a planta se baseia no uso de oxigênio para produzir dióxido de carbono, consumindo a energia gerada durante as fases anteriores da fotossíntese.



Os fatores determinantes sobre qual dessas moléculas, CO₂ ou O₂, será utilizada como substrato são as suas concentrações relativas e a temperatura. Quando os estômatos de uma planta estão abertos, o CO₂ difunde-se para dentro da folha e o O₂ é liberado no ambiente. No entanto, quando a planta fecha seus estômatos para reduzir a perda de água pela evaporação, o O₂ produzido na fotossíntese fica impossibilitado de sair e acumula-se no interior da folha. Assim, a rubisco passa a utilizá-lo em maior frequência, aumentando a fotorrespiração. Além disso, a rubisco também possui maior afinidade ao O₂ quando a temperatura está elevada. Então, condições ambientais quentes e secas tendem a causar maior fotorrespiração.

A fotorrespiração começa no cloroplasto, quando se liga ao O₂, produzindo duas moléculas: um composto de 3 carbonos, o 3PGA, e um composto formado por 2 carbonos, o fosfoglicolato. O 3PGA é um intermediário normal do ciclo de Calvin, mas o fosfoglicolato não, e, portanto, não entra no ciclo. Assim, dizemos que esses dois carbonos do fosfoglicolato são “roubados” do ciclo de Calvin. Para recuperá-los, as plantas submetem o fosfoglicolato a uma série de reações que envolvem o transporte desses carbonos por várias organelas (cloroplasto, peroxissomo e mitocôndria) e o gasto de dois ATP e dois NADH.



Como a via da fotorrespiração funciona de fato? Vamos seguir a via do fosfoglicolato, começando quando ele acaba de ser produzido no cloroplasto pela reação oxigenase da rubisco. 1) Primeiro, o fosfoglicolato é convertido em glicolato no interior do cloroplasto. O glicolato, então, vai até o peroxissomo, onde é convertido no aminoácido glicina. 2) A glicina vai do peroxissomo para uma mitocôndria. Lá, duas moléculas de glicina (por ex., de duas repetições da via) são convertidas em serina, um



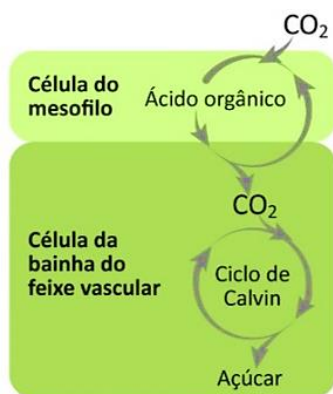
aminoácido de 3 carbonos. Este processo libera uma molécula de CO_2 . 3) A serina retorna para o peroxissomo, onde é convertida em glicerato. No cloroplasto, o glicerato é transformado em 3-PGA e pode, assim, entrar no ciclo de Calvin.

Podemos então classificar as plantas em três tipos quanto aos mecanismos de assimilação de carbono: plantas C3, plantas C4 e plantas MAC.

A maioria das plantas são plantas C3 e não têm características especiais para combater a fotorrespiração. Assim, elas só executam o ciclo de Calvin para a assimilação de carbono, e são assim denominadas devido ao composto de três carbonos (3-PGA) produzido pela reação de fixação. São exemplos de plantas C3 o arroz, o trigo, a soja e todas as árvores.

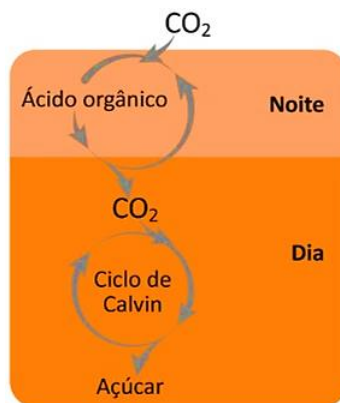
As vias metabólicas C4 e MAC são duas adaptações – características resultantes da seleção natural – que permitem minimizar a fotorrespiração, pois trabalham assegurando que a rubisco sempre encontre altas concentrações de CO_2 , tornando bastante improvável a ligação com o O_2 .

As **plantas C4** minimizam a fotorrespiração ao separar, no espaço, a fixação inicial de CO_2 e o ciclo de Calvin, realizando estas etapas em tipos de células diferentes. As reações dependentes da luz (fixação inicial do carbono) acontecem nas células do mesofilo (tecido esponjoso no meio da folha) e o ciclo de Calvin acontece em células especiais ao redor das nervuras, chamadas de células da bainha do feixe vascular. Esta estratégia minimiza a fotorrespiração. Plantas C4 são comuns em locais quentes, mas são menos abundantes em áreas mais frias. São exemplos a cana-de-açúcar e o milho.



As **plantas MAC** (metabolismo ácido das crassuláceas) minimizam a fotorrespiração e armazenam água separando estas etapas no tempo, entre noite e dia. À noite, elas abrem seus estômatos e permitem a difusão do CO_2 para o interior das folhas. Na luz do dia, as plantas MAC não abrem seus estômatos, mas ainda podem fazer fotossíntese, porque guardaram CO_2 na noite anterior. Como seus estômatos abrem-se somente à noite, quando a umidade tende a ser mais alta e as temperaturas são mais frias, essas plantas são típicas de áreas muito secas e quentes, como os desertos.





Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

Plantas podem ser classificadas em três tipos quanto aos mecanismos de assimilação de carbono: plantas C3, C4 e MAC. Acerca desse assunto, analise as afirmações abaixo.

- I. Plantas C3 e C4 minimizam a fotorrespiração ao realizar a fixação inicial de CO_2 e o ciclo de Calvin em tipos de células diferentes.
- II. Plantas MAC minimizam a fotorrespiração e armazenam água separando estas etapas no tempo, entre noite e dia.
- III. Plantas C4 e MAC são comuns em locais quentes

Assinale a alternativa correta.

- Apenas I correta.
- Apenas II e III corretas.
- Apenas I e III corretas.
- Apenas III correta.
- I, II e III corretas.

Comentários

- I. Errada. Apenas as plantas C4 que minimizam a fotorrespiração ao realizar a fixação inicial de CO_2 e o ciclo de Calvin em tipos de células diferentes.
- II. Certa. À noite, as plantas MAC abrem seus estômatos e permitem a difusão do CO_2 para o interior das folhas. Na luz do dia, as plantas MAC não abrem seus estômatos, mas ainda podem fazer fotossíntese, porque guardaram CO_2 na noite anterior
- III. Certa. Plantas C4 e MAC são comuns em locais mais quentes.

Gabarito: B.



4.5 Fatores que limitam a fotossíntese

A intensidade com a qual uma célula realiza a fotossíntese pode ser avaliada pela quantidade de oxigênio que ela libera para o ambiente ou pela quantidade de gás carbônico que ela consome. A taxa fotossintética pode, então, aumentar ou diminuir em função de alguns fatores limitantes. Estes fatores podem ser internos (como a quantidade de pigmentos fotossintetizantes e disponibilidade de enzimas e cofatores) ou externos (como a intensidade da luz, da hidratação, a temperatura, entre outros).

Dos fatores externos, a **intensidade luminosa** com certeza é um dos mais importantes. Embora a taxa fotossintética aumente conforme a intensidade luminosa, esse aumento não é indefinido. Ele ocorre somente até que todas as moléculas de pigmentos fotossintetizantes estejam em uso. A partir daí, a planta não tem como captar uma quantidade adicional de luz, deixando, portanto, de ser um fator limitante para o processo. Dizemos que a fotossíntese atingiu seu ponto de saturação luminosa. Mas, se a exposição à luz continuar aumentando, a planta chega a um ponto em que a atividade fotossintética é inibida. Trata-se do ponto de inibição da fotossíntese pelo excesso de luz. A partir dele, a célula inicia a etapa química.

Questão para memorização

Estratégia Educação/2024 | Profª. Bruna Klassa

A máxima eficiência dos processos metabólicos depende da disponibilidade de substratos e enzimas, bem como da presença de uma série de condições abióticas ótimas. Um fator abiótico que NÃO influencia a taxa de fotossíntese é

- A. a intensidade luminosa.
- B. a concentração de oxigênio.
- C. a disponibilidade de água.
- D. a temperatura.
- E. a concentração de gás carbônico.

Comentários

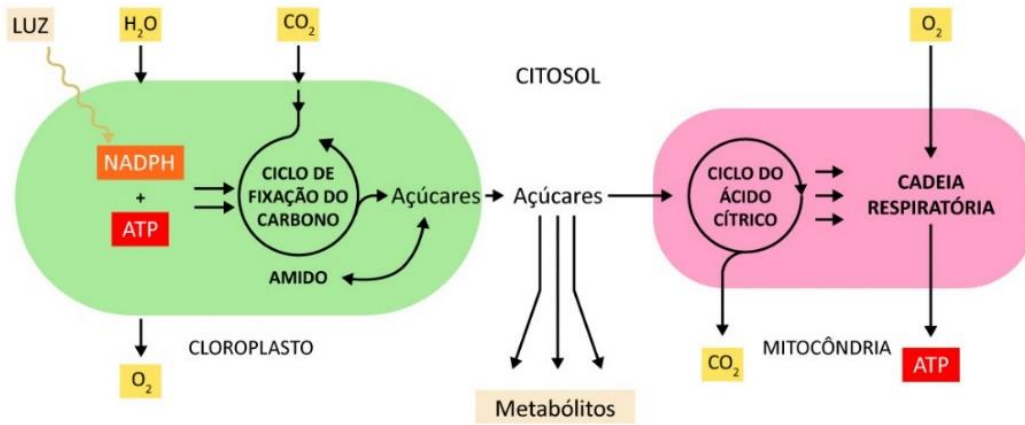
A alternativa B está certa. O único fator que não influencia a fotossíntese é a concentração de oxigênio, uma vez que esse gás é produzido no processo fotossintético, não utilizado como substrato ou requisito para que as reações ocorram.

Gabarito: B.

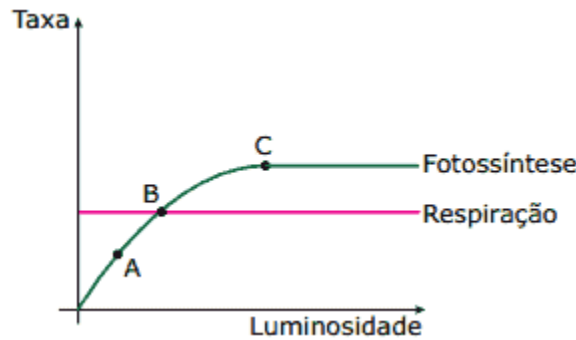
4.6 Relação respiração x Fotossíntese

As plantas, assim como os animais, respiram o tempo todo: de noite e de dia, mas só realizam fotossíntese na presença de luz. Todos os seres vivos precisam da energia vinda da respiração celular para sobreviver. Dessa forma, por meio da fotossíntese a planta produz seu alimento, e na respiração celular utiliza-o para obter energia.





O **ponto de compensação luminoso** corresponde à taxa de luz em que a atividade fotossintetizante é igual à atividade respiratória. Isso significa que, nesse ponto, a planta consome na respiração uma quantidade de O_2 equivalente à produzida na fotossíntese, ou consome na fotossíntese uma quantidade de CO_2 equivalente à liberada pela respiração. Caso uma planta permaneça indefinidamente no ponto de compensação ou abaixo dele, a planta não sobreviverá. Nessas circunstâncias, ela não disporá de alimentos para garantir a manutenção de sua atividade nos momentos em que somente respira (ausência de luz): a planta, portanto, irá definhando até a morte.



No ponto A, a taxa fotossintética é menor que a respiratória, ou seja, a planta consome mais glicose em relação ao que ela consegue produzir. No ponto B, as taxas de fotossíntese e respiração se igualam. No ponto C, a taxa de respiração é menor que a taxa fotossintética, logo, é possível utilizar o excedente de glicose para crescimento e reserva energética.



LISTA DE QUESTÕES

01. (FCC/2023 | SEDUC TO | Professor Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

Pesquisadores se unem para salvar uma das aves mais ameaçadas do mundo

Com apenas 11 indivíduos maduros e restrita a um habitat de aproximadamente 400 hectares nas montanhas do Espírito Santo, a saíra-apunhalada (*Nemosia rourei*) é considerada uma das aves mais ameaçadas do mundo. O pequeno pássaro, de cerca de 12 centímetros e papo vermelho-sangue, é uma ave insetívora que ocorre apenas na Mata Atlântica, em altitudes entre 850 e 1.250 metros. Um dos desafios para conservação é que a ave se restringe a habitats de mata primária e bem preservada. Para se alimentar, procura insetos embaixo de cascas de árvores cobertas por líquens, que são características das matas mais antigas. Além do habitat reduzido, a saíra enfrenta outras ameaças. “Como ela é uma espécie insetívora, os pesticidas podem comprometer a disponibilidade de alimento para ela ou provocar uma contaminação através da cadeia alimentar que pode comprometer o desempenho reprodutivo da ave. No entorno das matas em que ela ocorre há muitos plantios de tomate, morango, de hortifrutigranjeiros que recebem uma carga muito grande de pesticidas, então a gente supõe que isso pode ser mais um fator de risco para sobrevivência da espécie”, alerta o médico-veterinário Marcelo Renan Santos. (Disponível em: <https://oeco.org.br>. Adaptado)

Na cadeia alimentar apresentada no texto, a saíra-apunhalada

- (A) ocupa o segundo nível trófico, já que se alimenta do consumidor primário.
- (B) ocupa o terceiro nível trófico, já que se alimenta do consumidor primário.
- (C) assume a função de decompositor por estar no final da cadeia alimentar.
- (D) é o consumidor terciário, já que se alimenta de insetos que se alimentaram das plantações.
- (E) não é afetada pelo fenômeno da bioacumulação.

02. (FCC/2023 | SEDUC TO | Professor Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

De acordo com o princípio de Gause, duas espécies podem ter o/a mesmo/a I mas nunca o mesmo II.

Preenchem, correta e respectivamente, as lacunas I e II:

- (A) habitat e nicho
- (B) população e nível trófico
- (C) nicho e habitat
- (D) população e habitat
- (E) nicho e nível trófico

03. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor de Educação Básica | Biologia)

Leia atentamente as afirmativas a seguir e assinale a alternativa correta.

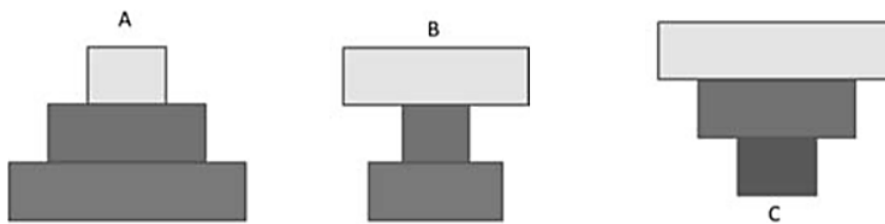
- I. Em geral, em um ecossistema existem várias cadeias alimentares interligadas. Em conjunto, essas cadeias compõem uma teia alimentar.
- II. As pirâmides ecológicas são diagramas usados para representar informações de um ecossistema, dos consumidores aos decompositores.
- III. Há três tipos de pirâmides ecológicas: a de números, a de biomassa e a de energia.
- IV. Os ciclos da matéria são chamados de ciclos biogeoquímicos.



Estão corretas as afirmativas:

- a) I e II apenas
- b) I, III e IV apenas
- c) II e IV apenas
- d) III e IV apenas
- e) I, II e IV apenas

04. (CEBRASPE-CESPE/2021 | SEED PR | Professor de Biologia)



As pirâmides ecológicas podem ser de número, de biomassa ou de energia. Considerando as pirâmides apresentadas nas figuras antecedentes e a cadeia banana – chimpanzé – carrapato, assinale a opção que corresponde às pirâmides de número e de energia, respectivamente.

- A) A e B
- B) A e C
- C) B e A
- D) B e C
- E) C e A

05. (CEV UECE/2018 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Considerando as relações tróficas, escreva V ou F conforme sejam verdadeiras ou falsas as seguintes afirmações:

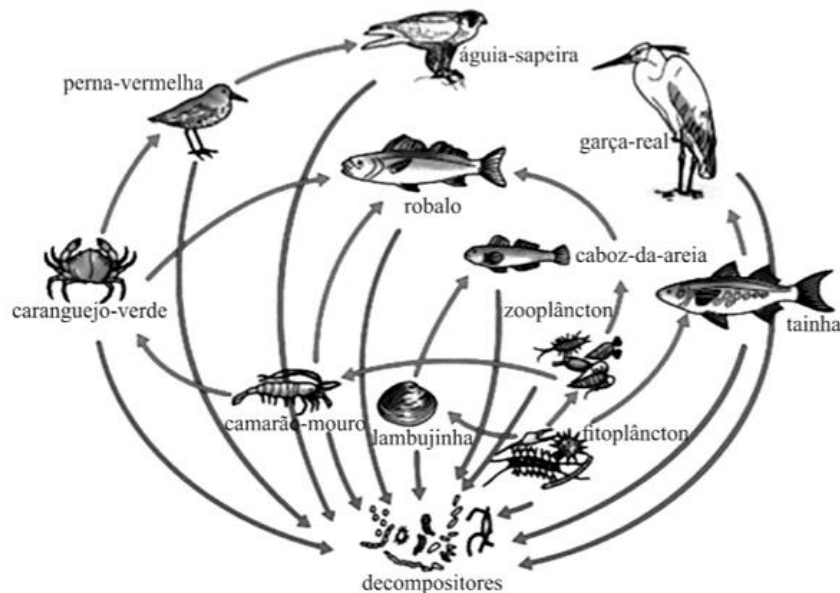
- () A eficiência na transferência de energia de um nível trófico para o próximo é determinada pela qualidade do alimento e pela fisiologia dos consumidores.
- () Pirâmides de energia ou de biomassa representam as quantidades relativas de energia ou de biomassa em diferentes níveis tróficos.
- () Teias alimentares são diagramas que revelam as diversas interações tróficas entre as espécies em um ecossistema.
- () Mudanças no número e no tipo de consumidores nos níveis tróficos mais altos não influenciam a produção primária.

Está correta, de cima para baixo, a seguinte sequência:

- A) V, V, V, F.
- B) V, F, V, F.
- C) F, V, F, V.
- D) F, F, F, V.



06. (CEBRASPE-CESPE/2017 | SEDF | Professor de Educação Básica)



Na natureza, as relações alimentares entre os organismos podem ser representadas na forma de teias alimentares. Com relação à teia alimentar ilustrada na figura precedente e aos múltiplos aspectos a ela relacionados, julgue os itens subsecutivos.

- I) O fitoplâncton pertence ao nível trófico dos consumidores primários, o nível trófico de maior conservação de energia.
- II) Os decompositores são responsáveis pela recirculação de matéria nos ecossistemas.
- III) Infere-se da figura que a tainha e o caboz-da-areia são consumidores primários, pois se alimentam de organismos autótrofos.
- IV) A redução na população de caranguejos-verdes pode resultarem redução no número de aves perna-vermelha.

07. (FCC/2016 | SEDU ES | Professor B de Biologia)

Preocupados com os 77,9 milhões de toneladas de pescado que são retirados do mar anualmente, pesquisadores da National Geographic Society iniciaram um projeto de pesquisa e conscientização que tem como um dos objetivos provocar a mudança de uma concepção equivocada. Muitas pessoas acham que o impacto de um país sobre os oceanos está associado à tonelagem bruta de peixe que ele retira de suas áreas de pesca. No entanto, tal parâmetro resulta em um quadro distorcido do impacto efetivo sobre a vida marinha. Cada peixe é distinto. A retirada de 1 quilo de atum tem um impacto 100 vezes maior que a de 1 quilo de sardinha.

Considere a cadeia alimentar esquematizada abaixo.



A pesca do atum tem um impacto maior do que a pesca da sardinha porque

- (A) o atum constitui a base da cadeia alimentar e fornece energia para as demais espécies.



- (B) cada quilo de atum fornece mais energia do que um quilo de sardinha.
- (C) o atum pode ser considerado uma espécie guarda-chuva e as demais espécies dependem diretamente da sua biomassa.
- (D) nos predadores de topo a biomassa está distribuída em um menor número de indivíduos do que nos níveis tróficos inferiores.
- (E) a redução da quantidade de sardinha não alteraria o número de indivíduos nos níveis tróficos superiores.

08. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Em uma cadeia alimentar terrestre, são chamados de consumidores primários os

- A) carnívoros.
- B) os fungos e as bactérias.
- C) fotossintetizantes.
- D) quimiosintetizantes.
- E) herbívoros.

09. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Ao longo da cadeia alimentar, a transferência de energia e de nutrientes ocorre sempre dos

- A) decompositores para os consumidores.
- B) decompositores para os produtores.
- C) consumidores para os decompositores.
- D) produtores para os consumidores.
- E) consumidores para os produtores.

10. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

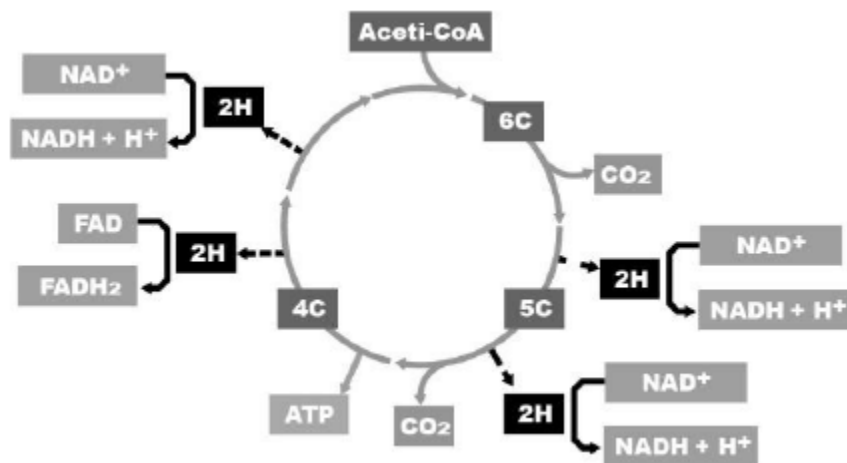
O primeiro nível trófico é constituído por seres autotróficos capazes de sintetizar matéria orgânica a partir de substâncias minerais e fixar a energia luminosa sob a forma de energia química. São seres autotróficos

- A) as bactérias saprófitas.
- B) as plantas e as algas verdes.
- C) os fungos basidiomicetos.
- D) os moluscos marinhos.
- E) os ruminantes.

11. FGV/2023 - Professor de Educação Básica (SEDUC TO) - Ciências Biológicas

Observe o esquema a seguir, que representa de forma simplificada uma série de reações químicas que participam do metabolismo energético das células eucarióticas.





O esquema representa

- A. o ciclo das pentoses que ocorre no estroma e que, ao final, produz carboidratos com 4, 5 ou 6 átomos de carbono, como a glicose.
- B. o ciclo de Calvin-Benson que ocorre na matriz dos tilacoides e que gera, ao final, ATP e novas moléculas de acetil-CoA, que reiniciam o ciclo.
- C. o ciclo do ácido cítrico que ocorre na matriz mitocondrial, em que são produzidas NADH e FADH₂, moléculas que têm a função de transportar elétrons.
- D. a fosforilação oxidativa que ocorre nas cristas mitocondriais, e que sintetiza moléculas de ATP durante a passagem de íons hidrogênio por meio da membrana das cristas.
- E. a cadeia transportadora de elétrons que ocorre nas cristas mitocondriais, na qual os elétrons das moléculas de FADH₂ e NADH liberam energia para formação de ATP.

12. Instituto Consulplan/2022 - Professor - Prefeitura de Volta Grande) - Ciências

No ano de 2019, segundo uma matéria jornalística do site Globo Esporte, a maratonista etíope Etaferahu Wodaj testou positivo para a substância proibida EPO (eritropoietina), hormônio que melhora o desempenho ao produzir glóbulos vermelhos no sangue. O aumento de EPO promove a elevação da quantidade de hemácias, o que permite maior transporte de oxigênio e, conseqüentemente, maior taxa de respiração celular e síntese de adenosina trifosfato (ATP).

(Disponível em: <https://ge.globo.com/atletismo/noticia/maratonistaetiope-e-suspensa-por-12-anos-apos-falhar-em-exame-antidoping-efalsificar-atestado.ghtml>. Acesso em: 01/05/2022. Adaptado.)

Sobre os aspectos relacionados ao transporte de gases no corpo humano, bem como a respiração celular, assinale a afirmativa INCORRETA.

- A. A glicólise produz ATP sem a participação do oxigênio molecular (O₂ gasoso).
- B. A hemoglobina é capaz de transportar H⁺, CO₂ (produtos finais da respiração celular) e O₂ no sangue.
- C. Além de gerar a maior parte do ATP celular, as mitocôndrias fornecem muitos dos recursos essenciais para biossíntese e crescimento celular.
- D. As reações que quebram a molécula de ATP para gerar ADP (adenosina difosfato) são pouco exergônicas e, raramente, poderão ser acopladas às reações endergônicas nas células.

13. FCM - CEFETMINAS/2022 - Técnico de Laboratório - CEFET MG - Biologia

O texto abaixo refere-se ao processo de respiração celular.



Em células eucariotas, podemos ter a síntese de ATP (Adenosina Trifosfato) como resultado de reoxidação de transportadores de elétrons na presença de O_2 (Gás Oxigênio). Esse processo denomina-se (___) e divide-se em dois estágios:

1- (___): os elétrons de NADH (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo) e $FADH_2$ (Flavina Adenina Dinucleotídeo) passam por uma série de transportadores de elétrons agregados a uma membrana. Sua passagem ao longo desse percurso acarreta o transporte ativo de prótons por meio da membrana interna da mitocôndria, fora da matriz, criando um gradiente de prótons.

2- (___): os prótons difundem-se de volta para a matriz mitocondrial por meio de um canal que conecta essa difusão à síntese de ATP.

Os termos que preenchem, correta e respectivamente, as lacunas são:

- A. reoxidação; quimiossíntese; cadeia transportadora de átomos.
- B. oxidação degradativa; quimiosmose; cadeia de transporte de prótons.
- C. fosforilação oxidativa; quimiosmose; cadeia de transporte de elétrons.
- D. fosforilação oxidativa; cadeia de transporte de elétrons; quimiosmose.
- E. oxidação degradativa; cadeia de transporte de prótons; quimiossíntese.

14 CONSULPLAN/2022 - Professor - SEED PR - Biologia

Durante a glicólise, a enzima fosfofrutoquinase está presente em uma etapa-chave na regulação desse processo da respiração celular; assinale-a.

- A. Converter a glicose-6-fosfato em frutose-6-fosfato.
- B. Clivar a molécula de açúcar em duas moléculas de açúcares de três carbonos.
- C. Transferir um grupo fosfato do ATP para a glicose, tornando-a quimicamente mais reativa.
- D. Transferir um grupo fosfato do ATP para o lado oposto do açúcar, investindo uma segunda molécula de ATP.

15. CONSULPLAN/2022 - Professor - SEED PR - Biologia

O ciclo de Krebs, na respiração celular, é composto por 8 etapas importantes; Analise algumas delas.

Etapa 1: Acetil-CoA adiciona seu grupo de dois carbonos acetila ao oxalacetato, produzindo citrato.

Etapa 3: Isocitrato é oxidado, reduzindo NADH a NAD^+ . O composto resultante perde uma molécula de CO_2 .

Etapa 5: CoA é substituído por um grupo fosfato, o qual é transferido ao GDP, formando GTP, uma molécula similar ao ATP.

Etapa 6: dois hidrogênios são transferidos ao FAD, formando $FADH_2$ e oxidando o fumarato.

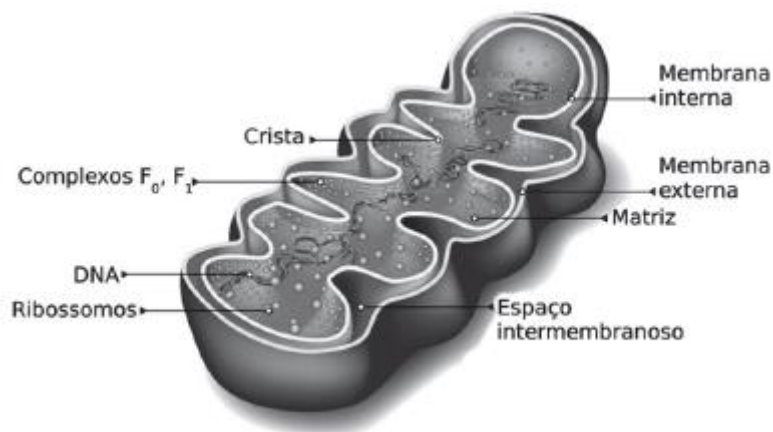
Está INCORRETO o que se afirma apenas em

- A. 1 e 5.
- B. 1 e 3.
- C. 3 e 6.
- D. 5 e 6.

16. IDECAN/2021 - Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - IF CE - Biologia



A respiração celular é um processo em que moléculas orgânicas são oxidadas e ocorre a produção de ATP para o metabolismo celular. Esse processo acontece em etapas básicas: a glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa. Duas dessas etapas, entretanto, ocorrem no interior da mitocôndria. A figura a seguir mostra a organização ultra estrutural da mitocôndria.



Assinale a alternativa que correlaciona corretamente a etapa da respiração celular com o local em que ela ocorre na mitocôndria.

- A. Glicólise/matriz mitocondrial e fosforilação oxidativa/cristas mitocondriais.
- B. Ciclo de Krebs/matriz mitocondrial e glicólise/membrana interna.
- C. Ciclo de Krebs/matriz mitocondrial e fosforilação oxidativa/ cristas mitocondriais.
- D. Ciclo de Krebs/membrana interna e fosforilação oxidativa/ matriz mitocondrial.

17. CEBRASPE (CESPE)/2011 - Professor (SEDUC AM) - Biologia

Os organismos podem ser reunidos em dois grupos principais que se diferem na forma de obtenção de energia para o próprio metabolismo: os autotróficos e os heterotróficos. Enquanto os organismos autotróficos produzem seu alimento a partir de elementos inorgânicos encontrados no ambiente, os heterotróficos dependem dos primeiros para a obtenção de alimento necessário ao seu crescimento.

Tendo o texto acima como referência inicial, julgue o item que se segue.

O gás carbônico e a água são dois elementos inorgânicos encontrados no ambiente e utilizados pelos seres autotróficos para produção do próprio alimento.

- C. Certo
- E. Errado

18. IBFC/2015 - Professor de Educação Básica - PM MG - Biologia

A energia nos seres vivos é sempre armazenada na forma química: cria-se ou absorve-se uma molécula que, quando for quebrada, gerará energia. Assinale a alternativa que não corresponde a um processo de obtenção ou armazenamento de energia.

- A. Fotossíntese.
- B. Fermentação.
- C. Respiração celular.
- D. Hidrólise.





GABARITO

- | | | | |
|------------|------|------------|---|
| 01. | B | 10. | B |
| 02. | A | 11. | C |
| 03. | B | 12. | D |
| 04. | C | 13. | D |
| 05. | B | 14. | D |
| 06. | ECEC | 15. | C |
| 07. | D | 16. | C |
| 08. | E | 17. | C |
| 09. | D | 18. | D |



QUESTÕES COMENTADAS

01. (FCC/2023 | SEDUC TO | Professor Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

Pesquisadores se unem para salvar uma das aves mais ameaçadas do mundo

Com apenas 11 indivíduos maduros e restrita a um habitat de aproximadamente 400 hectares nas montanhas do Espírito Santo, a saíra-apunhalada (*Nemosia rourei*) é considerada uma das aves mais ameaçadas do mundo. O pequeno pássaro, de cerca de 12 centímetros e papo vermelho-sangue, é uma ave insetívora que ocorre apenas na Mata Atlântica, em altitudes entre 850 e 1.250 metros. Um dos desafios para conservação é que a ave se restringe a habitats de mata primária e bem preservada. Para se alimentar, procura insetos embaixo de cascas de árvores cobertas por líquens, que são características das matas mais antigas. Além do habitat reduzido, a saíra enfrenta outras ameaças. “Como ela é uma espécie insetívora, os pesticidas podem comprometer a disponibilidade de alimento para ela ou provocar uma contaminação através da cadeia alimentar que pode comprometer o desempenho reprodutivo da ave. No entorno das matas em que ela ocorre há muitos plantios de tomate, morango, de hortifrutigranjeiros que recebem uma carga muito grande de pesticidas, então a gente supõe que isso pode ser mais um fator de risco para sobrevivência da espécie”, alerta o médico-veterinário Marcelo Renan Santos. (Disponível em: <https://oeco.org.br>. Adaptado)

Na cadeia alimentar apresentada no texto, a saíra-apunhalada

- (A) ocupa o segundo nível trófico, já que se alimenta do consumidor primário.
- (B) ocupa o terceiro nível trófico, já que se alimenta do consumidor primário.
- (C) assume a função de decompositor por estar no final da cadeia alimentar.
- (D) é o consumidor terciário, já que se alimenta de insetos que se alimentaram das plantações.
- (E) não é afetada pelo fenômeno da bioacumulação.

Comentários:

Dado o enunciado, temos a seguinte cadeia alimentar: plantas → insetos → saíra.

- A) Errada. O segundo nível trófico é ocupado pelo consumidor primário, os insetos.
- B) Certa. A saíra é consumidor secundário, ocupando, portanto, o terceiro nível trófico.
- C) Errada. A saíra é um consumidor que se alimenta de insetos.
- D) Errada. A saíra é consumidor secundário, que se alimenta de insetos (consumidores primários).
- E) Errada. O texto informa que os pesticidas podem comprometer o desempenho reprodutivo da ave, pela contaminação através da cadeia alimentar.

Gabarito: B.

02. (FCC/2023 | SEDUC TO | Professor Ensino Fundamental e Médio | Biologia)

De acordo com o princípio de Gause, duas espécies podem ter o/a mesmo/a I mas nunca o mesmo II.

Preenchem, correta e respectivamente, as lacunas I e II:

- (A) habitat e nicho
- (B) população e nível trófico



- (C) nicho e habitat
- (D) população e habitat
- (E) nicho e nível trófico

Comentários:

A) Certa. O princípio de Gause, também conhecido como princípio de exclusão competitiva, é uma teoria segundo a qual os nichos ecológicos são exclusivos para cada espécie, e para que duas ou mais delas coexistam num mesmo habitat, é necessário que os seus nichos tenham características diferentes e suficientes. Em outras palavras, quando espécies de uma mesma comunidade biológica exploram nichos ecológicos muito parecidos, é instituída entre elas uma competição por recursos menos disponíveis no meio.

Gabarito: A.

03. (IBFC/2023 | SEC BA | Professor de Educação Básica | Biologia)

Leia atentamente as afirmativas a seguir e assinale a alternativa correta.

- I. Em geral, em um ecossistema existem várias cadeias alimentares interligadas. Em conjunto, essas cadeias compõem uma teia alimentar.
- II. As pirâmides ecológicas são diagramas usados para representar informações de um ecossistema, dos consumidores aos decompositores.
- III. Há três tipos de pirâmides ecológicas: a de números, a de biomassa e a de energia.
- IV. Os ciclos da matéria são chamados de ciclos biogeoquímicos.

Estão corretas as afirmativas:

- a) I e II apenas
- b) I, III e IV apenas
- c) II e IV apenas
- d) III e IV apenas
- e) I, II e IV apenas

Comentários:

I. Certa. Cadeia alimentar é a sequência de seres vivos que se alimentam de outros, formando níveis tróficos. Teia alimentar consiste na interligação entre várias cadeias alimentares. Ela representa de fato o que ocorre na natureza, pois demonstra as diversas relações que existem entre os seres vivos.

II. Errada. As pirâmides ecológicas são gráficos que representam as interações existentes entre os seres vivos na cadeia alimentar.

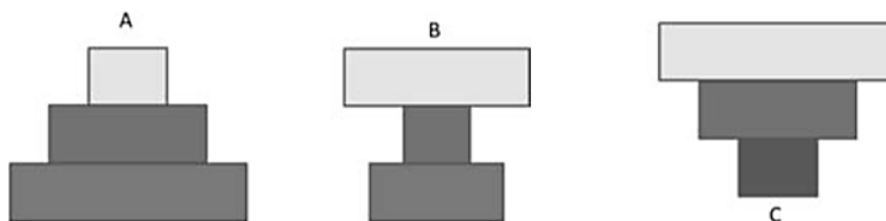
III. Certa. As pirâmides ecológicas podem ser de três tipos principais: pirâmides de número, de biomassa e de energia.

IV. Certa. Os ciclos biogeoquímicos são processos que ocorrem na natureza para garantir a reciclagem de elementos químicos no meio.



Gabarito: B.

04. (CEBRASPE-CESPE/2021 | SEED PR | Professor de Biologia)



As pirâmides ecológicas podem ser de número, de biomassa ou de energia. Considerando as pirâmides apresentadas nas figuras antecedentes e a cadeia banana – chimpanzé – carrapato, assinale a opção que corresponde às pirâmides de número e de energia, respectivamente.

- A) A e B
- B) A e C
- C) B e A
- D) B e C
- E) C e A

Comentários:

C) Certa.

As pirâmides de números indicam a quantidade de organismos existentes em cada nível trófico. Para a cadeia em questão, a base que representa os produtores (banana) deve ser mais larga que o segundo nível, que representa o consumidor primário (chimpanzé), assim como o topo, que representa os carrapatos, pois há maior número de carrapato do que de chimpanzés. Encontramos isso na representação B.

Já para a pirâmide de energia, necessariamente ela deve ser a pirâmide A, uma vez que o fluxo de energia é sempre decrescente. Desse modo, a pirâmide de energia sempre vai ter a base maior na pirâmide do que no topo.

Gabarito: C.

05. (CEV UECE/2018 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Considerando as relações tróficas, escreva V ou F conforme sejam verdadeiras ou falsas as seguintes afirmações:

- A eficiência na transferência de energia de um nível trófico para o próximo é determinada pela qualidade do alimento e pela fisiologia dos consumidores.
- Pirâmides de energia ou de biomassa representam as quantidades relativas de energia ou de biomassa em diferentes níveis tróficos.
- Teias alimentares são diagramas que revelam as diversas interações tróficas entre as espécies em um ecossistema.



() Mudanças no número e no tipo de consumidores nos níveis tróficos mais altos não influenciam a produção primária.

Está correta, de cima para baixo, a seguinte sequência:

- A) V, V, V, F.
- B) V, F, V, F.
- C) F, V, F, V.
- D) F, F, F, V.

Comentários:

(V)

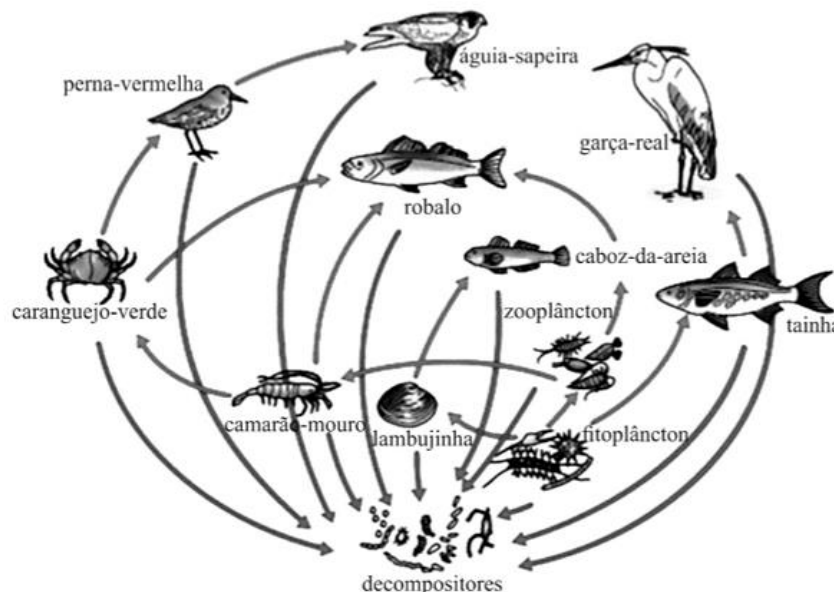
(F) Na pirâmide de energia, cada nível trófico representa a energia acumulada em uma unidade de área, ou volume, por unidade de tempo. A pirâmide de biomassa representa a quantidade de matéria orgânica presente no corpo dos organismos em cada nível trófico.

(V)

(F) Alguns consumidores influenciam fortemente a biomassa e dinâmica de produção em níveis tróficos mais baixos, havendo assim a necessidade delas para estruturação da teia alimentar.

Gabarito: B.

06. (CEBRASPE-CESPE/2017 | SEDF | Professor de Educação Básica)



Na natureza, as relações alimentares entre os organismos podem ser representadas na forma de teias alimentares. Com relação à teia alimentar ilustrada na figura precedente e aos múltiplos aspectos a ela relacionados, julgue os itens subsecutivos.



- I) O fitoplâncton pertence ao nível trófico dos consumidores primários, o nível trófico de maior conservação de energia.
- II) Os decompositores são responsáveis pela recirculação de matéria nos ecossistemas.
- III) Infere-se da figura que a tainha e o caboz-da-areia são consumidores primários, pois se alimentam de organismos autótrofos.
- IV) A redução na população de caranguejos-verdes pode resultarem redução no número de aves perna-vermelha.

Gabarito:

I) E. O fitoplâncton ocupa o nível dos produtores.

II) C.

III) E. A tainha é um consumidor primário ao se alimentar do fitoplâncton, mas o caboz-de-areia é um consumidor secundário, pois se alimenta da jambujinha e do zooplâncton, estes sim consumidores primários.

IV) C. Como o caranguejo-verde é o alimento exclusivo da ave perna vermelha, seu declínio influencia diretamente na população da ave.

07. (FCC/2016 | SEDU ES | Professor B de Biologia)

Preocupados com os 77,9 milhões de toneladas de pescado que são retirados do mar anualmente, pesquisadores da National Geographic Society iniciaram um projeto de pesquisa e conscientização que tem como um dos objetivos provocar a mudança de uma concepção equivocada. Muitas pessoas acham que o impacto de um país sobre os oceanos está associado à tonelagem bruta de peixe que ele retira de suas áreas de pesca. No entanto, tal parâmetro resulta em um quadro distorcido do impacto efetivo sobre a vida marinha. Cada peixe é distinto. A retirada de 1 quilo de atum tem um impacto 100 vezes maior que a de 1 quilo de sardinha.

Considere a cadeia alimentar esquematizada abaixo.

atum ← arenque ← sardinha ← fitoplâncton

A pesca do atum tem um impacto maior do que a pesca da sardinha porque

- (A) o atum constitui a base da cadeia alimentar e fornece energia para as demais espécies.
- (B) cada quilo de atum fornece mais energia do que um quilo de sardinha.
- (C) o atum pode ser considerado uma espécie guarda-chuva e as demais espécies dependem diretamente da sua biomassa.
- (D) nos predadores de topo a biomassa está distribuída em um menor número de indivíduos do que nos níveis tróficos inferiores.
- (E) a redução da quantidade de sardinha não alteraria o número de indivíduos nos níveis tróficos superiores.

Comentários:

A) Errada. A base da cadeia é sempre o produtor, aqui representado pelo fitoplâncton.



B) Errada. Os níveis tróficos mais próximos dos produtores são aqueles mais energéticos, logo, a sardinha é mais energética em relação ao atum.

C) Errada. O atum é predador de topo e as demais espécies não dependem da sua biomassa.

E) Errada. A redução na população de sardinha afeta positivamente a população de fitoplâncton e negativamente a população de arenque.

Gabarito: D.

08. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Em uma cadeia alimentar terrestre, são chamados de consumidores primários os

A) carnívoros.

B) os fungos e as bactérias.

C) fotossintetizantes.

D) quimiosintetizantes.

E) herbívoros.

Comentários:

E) Certa. Em uma cadeia alimentar, o primeiro nível trófico é ocupado pelo organismo produtor (foto ou quimiosintetizante), o segundo nível trófico é ocupado pelos herbívoros, e do terceiro nível trófico em diante estão os consumidores.

Gabarito: E.

09. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

Ao longo da cadeia alimentar, a transferência de energia e de nutrientes ocorre sempre dos

A) decompositores para os consumidores.

B) decompositores para os produtores.

C) consumidores para os decompositores.

D) produtores para os consumidores.

E) consumidores para os produtores.

Comentários:

D) Certa. O fluxo de matéria e energia parte dos produtores para os consumidores. Lembre-se que o fluxo de matéria é cíclico e o fluxo de energia é sempre unidirecional e decrescente.

Gabarito: D.

10. (CEBRASPE-CESPE/2013 | SEDUC CE | Professor de Biologia)

O primeiro nível trófico é constituído por seres autotróficos capazes de sintetizar matéria orgânica a partir de substâncias minerais e fixar a energia luminosa sob a forma de energia química. São seres autotróficos



- A) as bactérias saprófitas.
- B) as plantas e as algas verdes.
- C) os fungos basidiomicetos.
- D) os moluscos marinhos.
- E) os ruminantes.

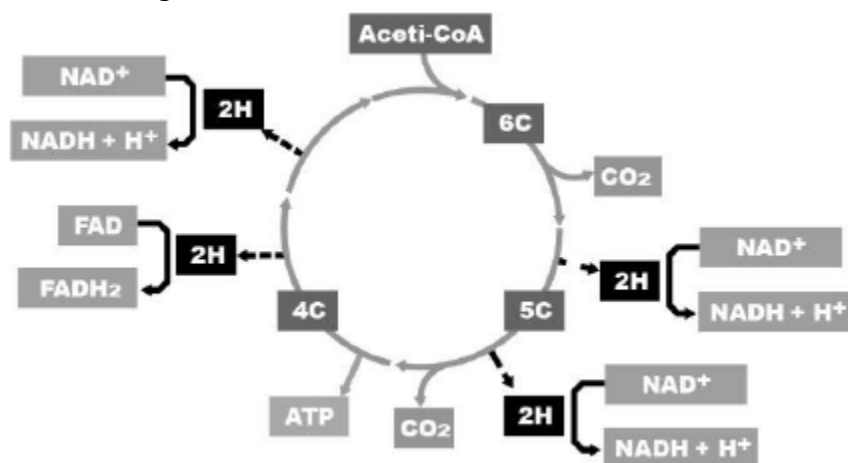
Comentários:

- A) Errada. Bactérias saprófitas são heterótrofas e se alimentam de matéria orgânica originária de processos de decomposição.
- B) Certa. Ambos são organismos capazes de transformar a energia luminosa do Sol em energia química.
- C) Errada. Fungos, quaisquer que sejam, são sempre heterótrofos.
- D) Errada. Animais, quaisquer que sejam, são sempre heterótrofos.
- E) Errada. Animais, quaisquer que sejam, são sempre heterótrofos.

Gabarito: B.

11. FGV/2023 - Professor de Educação Básica (SEDUC TO) - Ciências Biológicas

Observe o esquema a seguir, que representa de forma simplificada uma série de reações químicas que participam do metabolismo energético das células eucarióticas.



O esquema representa

- A. o ciclo das pentoses que ocorre no estroma e que, ao final, produz carboidratos com 4, 5 ou 6 átomos de carbono, como a glicose.
- B. o ciclo de Calvin-Benson que ocorre na matriz dos tilacoides e que gera, ao final, ATP e novas moléculas de acetil-CoA, que reiniciam o ciclo.
- C. o ciclo do ácido cítrico que ocorre na matriz mitocondrial, em que são produzidas NADH e FADH₂, moléculas que têm a função de transportar elétrons.
- D. a fosforilação oxidativa que ocorre nas cristas mitocondriais, e que sintetiza moléculas de ATP durante a passagem de íons hidrogênio por meio da membrana das cristas.
- E. a cadeia transportadora de elétrons que ocorre nas cristas mitocondriais, na qual os elétrons das moléculas de FADH₂ e NADH liberam energia para formação de ATP.

Comentários



A. Errada. O esquema não reflete o ciclo das pentoses, também conhecido como ciclo de Calvin. Esse ciclo é uma parte crucial da fotossíntese, onde a energia luminosa é convertida em energia química. O ciclo não produz diretamente carboidratos como a glicose, mas sim precursores de carboidratos de 3 carbonos, como o gliceraldeído-3-fosfato (G3P), que eventualmente podem ser usados na síntese de glicose e outros açúcares.

B. O ciclo de Calvin-Benson ocorre no estroma dos cloroplastos, não na matriz dos tilacoides. Ele é responsável por fixar o dióxido de carbono atmosférico em moléculas orgânicas usando ATP e NADPH produzidos durante a fase luminosa da fotossíntese. Não gera ATP nem produz acetil-CoA ou utiliza acetil-CoA, como mostra o esquema.

C. Certa. O esquema de fato representa o ciclo do ácido cítrico, também conhecido como ciclo de Krebs, que ocorre na matriz mitocondrial. Este ciclo é responsável por oxidar completamente grupos acetil de moléculas de acetil-CoA, gerando NADH e FADH₂ como produtos, que são transportadores de elétrons usados na fosforilação oxidativa para gerar ATP.

D. Errada. A fosforilação oxidativa é o processo que vem após este representado no esquema, pois utiliza FADH₂ e NADH obtidos na fase do ciclo do ácido cítrico, que é a representada no esquema, como transportadores de elétrons para gerar substancialmente moléculas de ATP.

E. Errada. O esquema não se trata da cadeia transportadora de elétrons, pois a cadeia transportadora de elétrons não utiliza acetil-CoA e não resulta na formação de FADH₂ e NADH como mostra o esquema. Pelo contrário, a cadeia transportadora de elétrons utiliza estas moléculas transportadoras formadas no ciclo anterior, para a produção de ATP.

Gabarito: C.

12. Instituto Consulplan/2022 - Professor - Prefeitura de Volta Grande) - Ciências

No ano de 2019, segundo uma matéria jornalística do site Globo Esporte, a maratonista etíope Etaferahu Wodaj testou positivo para a substância proibida EPO (eritropoietina), hormônio que melhora o desempenho ao produzir glóbulos vermelhos no sangue. O aumento de EPO promove a elevação da quantidade de hemácias, o que permite maior transporte de oxigênio e, conseqüentemente, maior taxa de respiração celular e síntese de adenosina trifosfato (ATP).

(Disponível em: <https://ge.globo.com/atletismo/noticia/maratonistaetiope-e-suspensa-por-12-anos-apos-falhar-em-exame-antidoping-efalsificar-atestado.ghtml>. Acesso em: 01/05/2022. Adaptado.)

Sobre os aspectos relacionados ao transporte de gases no corpo humano, bem como a respiração celular, assinale a afirmativa INCORRETA.

A. A glicólise produz ATP sem a participação do oxigênio molecular (O₂ gasoso).

B. A hemoglobina é capaz de transportar H⁺, CO₂ (produtos finais da respiração celular) e O₂ no sangue.

C. Além de gerar a maior parte do ATP celular, as mitocôndrias fornecem muitos dos recursos essenciais para biossíntese e crescimento celular.

D. As reações que quebram a molécula de ATP para gerar ADP (adenosina difosfato) são pouco exergônicas e, raramente, poderão ser acopladas às reações endergônicas nas células.

Comentários



A. Certa. A glicólise é o processo de quebra da glicose em piruvato, e ocorre no citoplasma das células, não requerendo oxigênio molecular (O₂) para produzir ATP. A glicólise é uma via anaeróbica de produção de ATP que pode ocorrer na ausência de oxigênio.

B. Certa. A hemoglobina é uma proteína presente nos glóbulos vermelhos do sangue, e ela é capaz de transportar não apenas O₂, mas também CO₂ e H⁺ (íons de hidrogênio). O dióxido de carbono é transportado sob a forma de bicarbonato (HCO₃⁻) e dissolvido no plasma sanguíneo. Portanto, a hemoglobina desempenha um papel vital no transporte de gases e íons no corpo humano.

C. Certa. As mitocôndrias são os principais locais de produção de ATP por meio da respiração celular. Além disso, elas desempenham um papel fundamental no fornecimento de recursos essenciais para a biossíntese e o crescimento celular, como intermediários metabólicos e oxidação de ácidos graxos.

D. Errada. As reações que quebram a molécula de ATP para gerar ADP são altamente exergônicas, liberando uma quantidade significativa de energia. Essa energia é utilizada para impulsionar muitos processos endergônicos nas células, fornecendo energia para reações bioquímicas, transporte ativo, movimento celular, entre outros processos. O acoplamento de reações endergônicas às reações exergônicas de hidrólise de ATP é uma das principais maneiras pelas quais as células obtêm energia para realizar trabalho químico.

Gabarito: D.

13. FCM - CEFETMINAS/2022 - Técnico de Laboratório - CEFET MG - Biologia

O texto abaixo refere-se ao processo de respiração celular.

Em células eucariotas, podemos ter a síntese de ATP (Adenosina Trifosfato) como resultado de reoxidação de transportadores de elétrons na presença de O₂ (Gás Oxigênio). Esse processo denomina-se (___) e divide-se em dois estágios:

1- (___): os elétrons de NADH (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo) e FADH₂ (Flavina Adenina Dinucleotídeo) passam por uma série de transportadores de elétrons agregados a uma membrana. Sua passagem ao longo desse percurso acarreta o transporte ativo de prótons por meio da membrana interna da mitocôndria, fora da matriz, criando um gradiente de prótons.

2- (___): os prótons difundem-se de volta para a matriz mitocondrial por meio de um canal que conecta essa difusão à síntese de ATP.

Os termos que preenchem, correta e respectivamente, as lacunas são:

- A. reoxidação; quimiossíntese; cadeia transportadora de átomos.
- B. oxidação degradativa; quimiosmose; cadeia de transporte de prótons.
- C. fosforilação oxidativa; quimiosmose; cadeia de transporte de elétrons.
- D. fosforilação oxidativa; cadeia de transporte de elétrons; quimiosmose.
- E. oxidação degradativa; cadeia de transporte de prótons; quimiossíntese.

Comentários

1- Cadeia transportadora de elétrons: os elétrons de NADH (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo) e FADH₂ (Flavina Adenina Dinucleotídeo) passam por uma série de transportadores de elétrons agregados a uma



membrana. Sua passagem ao longo desse percurso acarreta o transporte ativo de prótons por meio da membrana interna da mitocôndria, fora da matriz, criando um gradiente de prótons.

2- Quimiosmose: os prótons difundem-se de volta para a matriz mitocondrial por meio de um canal que conecta essa difusão à síntese de ATP.

Gabarito: D.

14 CONSULPLAN/2022 - Professor - SEED PR - Biologia

Durante a glicólise, a enzima fosfofrutoquinase está presente em uma etapa-chave na regulação desse processo da respiração celular; assinale-a.

- A. Converter a glicose-6-fosfato em frutose-6-fosfato.
- B. Clivar a molécula de açúcar em duas moléculas de açúcares de três carbonos.
- C. Transferir um grupo fosfato do ATP para a glicose, tornando-a quimicamente mais reativa.
- D. Transferir um grupo fosfato do ATP para o lado oposto do açúcar, investindo uma segunda molécula de ATP.

Comentários

A. Errada. Quem realiza essa reação é a enzima hexoquinase.

B. Errada. A enzima aldolase divide a frutose 1,6-bifosfato em dois açúcares isoméricos, ou seja, duas moléculas com a mesma fórmula, mas cujos átomos são ordenados de forma diferente: o fosfato de di-hidroxiacetona e 3-fosfato de gliceraldeído.

C. Errada. A enzima gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase adiciona um fosfato inorgânico ao gliceraldeído 3-fosfato. E a enzima fosfoglicerato quinase transfere um fosfato para a molécula 1,3-bisfosfoglicerato para formar trifosfato de adenosina e 3-fosfoglicerato.

D. Certa. Fosfofrutoquinase é uma enzima quinase, uma enzima glicolítica que catalisa a transferência irreversível de um fosfato da ATP a frutose-6-fosfato. É o mais importante ponto de controle da glicólise.

Gabarito: D.

15. CONSULPLAN/2022 - Professor - SEED PR - Biologia

O ciclo de Krebs, na respiração celular, é composto por 8 etapas importantes; Analise algumas delas.

Etapa 1: Acetil-CoA adiciona seu grupo de dois carbonos acetila ao oxalacetato, produzindo citrato.

Etapa 3: Isocitrato é oxidado, reduzindo NADH a NAD⁺. O composto resultante perde uma molécula de CO₂.

Etapa 5: CoA é substituído por um grupo fosfato, o qual é transferido ao GDP, formando GTP, uma molécula similar ao ATP.

Etapa 6: dois hidrogênios são transferidos ao FAD, formando FADH₂ e oxidando o fumarato.

Está INCORRETO o que se afirma apenas em

- A. 1 e 5.
- B. 1 e 3.



- C. 3 e 6.
D. 5 e 6.

Comentários

Etapa 1: Errada. O acetilCoA liga-se com o oxaloacetato, uma molécula de quatro carbonos, para formar uma molécula de seis carbonos – o citrato.

Etapa 3: Errada. O isocitrato é oxidado e reduz NAD^+ a NADH . Durante a reação, ocorre a perda de uma molécula de CO_2 , resultando na molécula de α -cetoglutarato.

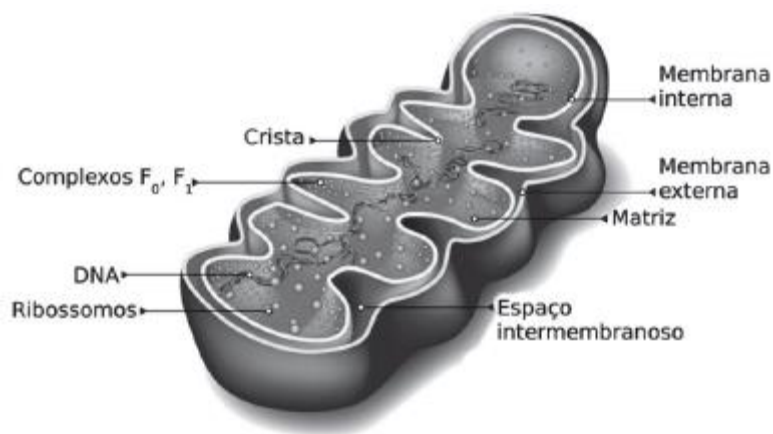
Etapa 5: Errada. Acontece a substituição da coenzima A por um grupo fosfato. Esse grupo fosfato é transferido ao GDP e forma a molécula de GTP, que rapidamente é convertida em ATP. Nessa etapa, acontece a formação do succinato.

Etapa 6: Errada. O FAD remove dois átomos de hidrogênio do succinato, formando FADH_2 e dando origem ao fumarato.

Gabarito: C.

16. IDECAN/2021 - Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - IF CE - Biologia

A respiração celular é um processo em que moléculas orgânicas são oxidadas e ocorre a produção de ATP para o metabolismo celular. Esse processo acontece em etapas básicas: a glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa. Duas dessas etapas, entretanto, ocorrem no interior da mitocôndria. A figura a seguir mostra a organização ultra estrutural da mitocôndria.



Assinale a alternativa que correlaciona corretamente a etapa da respiração celular com o local em que ela ocorre na mitocôndria.

- A. Glicólise/matriz mitocondrial e fosforilação oxidativa/cristas mitocondriais.
B. Ciclo de Krebs/matriz mitocondrial e glicólise/membrana interna.
C. Ciclo de Krebs/matriz mitocondrial e fosforilação oxidativa/ cristas mitocondriais.
D. Ciclo de Krebs/membrana interna e fosforilação oxidativa/ matriz mitocondrial.

Comentários



A respiração celular ocorre em três etapas: a primeira corresponde a glicólise, no qual ocorre a quebra inicial da glicólise, produzindo duas moléculas de piruvato. Essa etapa ocorre no citosol da célula e o saldo final é de duas moléculas de ATP e duas moléculas de NADH. A segunda etapa é o ciclo de Krebs, que ocorre na matriz mitocondrial, com saldo de 6 NADH, 2 FADH₂ e 2 ATP para cada molécula de glicose. O último processo corresponde a fosforilação oxidativa, ou cadeia transportadora de elétrons, no qual ocorre uma série de reações de oxidação, gerando um fluxo de elétrons, com liberação de energia. É a etapa de maior saldo energético do processo, com a produção moléculas de ATP. Essa etapa ocorre nas cristas mitocondriais.

Gabarito: C.

17. CEBRASPE (CESPE)/2011 - Professor (SEDUC AM) - Biologia

Os organismos podem ser reunidos em dois grupos principais que se diferem na forma de obtenção de energia para o próprio metabolismo: os autotróficos e os heterotróficos. Enquanto os organismos autotróficos produzem seu alimento a partir de elementos inorgânicos encontrados no ambiente, os heterotróficos dependem dos primeiros para a obtenção de alimento necessário ao seu crescimento.

Tendo o texto acima como referência inicial, julgue o item que se segue.

O gás carbônico e a água são dois elementos inorgânicos encontrados no ambiente e utilizados pelos seres autotróficos para produção do próprio alimento.

- C. Certo
- E. Errado

Comentários

Os seres autotróficos, como as plantas, utilizam o dióxido de carbono (CO₂) do ar e a água (H₂O) do solo para produzir seu próprio alimento através da fotossíntese. Durante esse processo, a energia solar é convertida em energia química contida nas moléculas de glicose, que serve como fonte de energia para o metabolismo da planta. Portanto, o gás carbônico e a água são de fato elementos inorgânicos utilizados pelos seres autotróficos para produzir alimento.

Gabarito: C.

18. IBFC/2015 - Professor de Educação Básica - PM MG - Biologia

A energia nos seres vivos é sempre armazenada na forma química: cria-se ou absorve-se uma molécula que, quando for quebrada, gerará energia. Assinale a alternativa que não corresponde a um processo de obtenção ou armazenamento de energia.

- A. Fotossíntese.
- B. Fermentação.
- C. Respiração celular.
- D. Hidrólise.

Comentários



- A. Errada. Fotossíntese é o processo pelo qual os organismos, principalmente plantas, convertem energia solar em energia química armazenada nas moléculas de glicose.
- B. Errada. Fermentação é o processo anaeróbico que gera energia a partir da degradação parcial de moléculas orgânicas, como a glicose.
- C. Errada. Respiração celular é o processo metabólico aeróbico que envolve a quebra completa de moléculas orgânicas, como a glicose, para produzir energia na forma de ATP.
- D. Certa. A hidrólise refere-se à quebra de moléculas utilizando água. Embora a hidrólise possa estar envolvida em processos metabólicos, ela em si não é um processo principal de obtenção ou armazenamento de energia.

Gabarito: D.



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.