

Reprodução

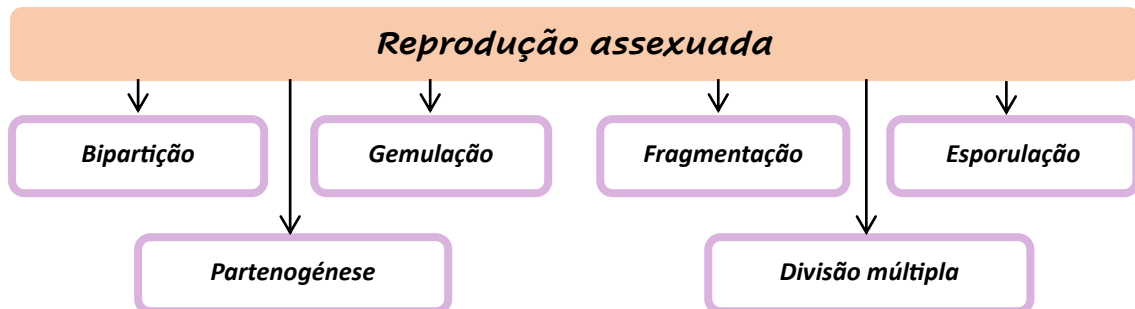
Tipo de reprodução	Nº de progenitores	Mitose	Meiose	Fecundação	Gâmetas	Zigoto (ovo)	Formação de clones	Estruturas reprodutoras
Assexuada	1	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Nem sempre
Sexuada	2	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sempre

↓
 Ou 1 → autofecundação

↓
 A ocorrer é para o crescimento

Reprodução assexuada

Modo de reprodução através do qual um só organismo origina outros geneticamente iguais, considerados seus clones. Os descendentes resultam de células formadas por divisão mitótica, recebendo, por isso, cópias da totalidade do material genético do organismo progenitor. Assim as variações genéticas que surgem ocasionalmente neste tipo de reprodução resultam de mutações.



Clonagem: processo através do qual se obtêm indivíduos geneticamente idênticos, os clones. A formação de clones implica a ocorrência de mitose.

Bipartição, fissão binária ou cissiparidade:

- Característica dos seres unicelulares;
- Formam-se dois descendentes de iguais dimensões;
- Nos **procariontes** a divisão celular não é precedida de mitose e consiste num estreitamento a meio da célula, separando o citoplasma (as duas células ficam com cópias de DNA previamente replicado);
- Nos eucariontes unicelulares, este processo reprodutivo corresponde à divisão mitótica da célula;
- Ex.: bactérias e protozoários (paramécia, ameba).

Gemulação:

- Produção de uma pequena saliência globular, gema/gomo, na célula-mãe;
- Após a mitose, um núcleo migra para a gema, que se separa da célula-mãe;
- Originam-se duas células de tamanho diferente;
- Ex.: fungos unicelulares (p.e.: leveduras); hidra; corais.

Divisão múltipla:

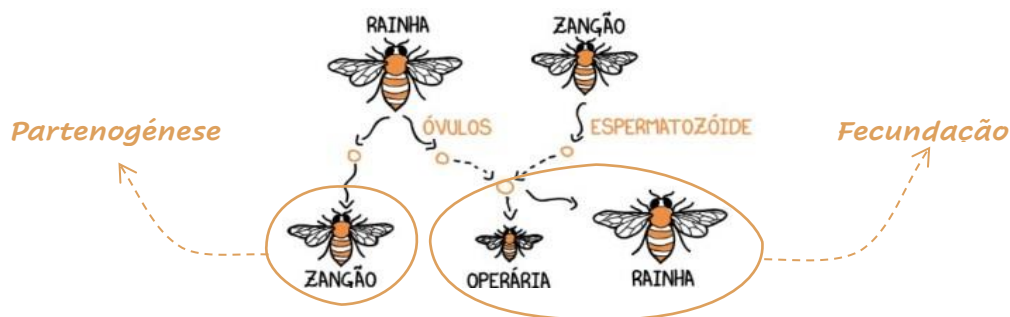
- Ocorre libertação simultânea de várias células;
- Ex.: plasmodium; tripanossoma.

Fragmentação:

- Divisão do organismo em fragmentos;
- Cada fragmento tem a potencialidade de regenerar um organismo adulto, originando um clone do ser original;
- Ex.: fungos, bolores, líquenes, algas, estrela-do-mar, planária, espirogira.

Partenogênese:

- Os descendentes formam-se a partir de óvulos não fecundados;
- Ex.: abelhas; dragão do Komodo.



Esporulação:

- Estratégia de reprodução assexuada em que intervêm estruturas especializadas na reprodução, os esporos;
- Ocorre produção e libertação de grandes quantidades de esporos, que após germinarem em meios favoráveis originam novos organismos;
- Ex.: fungos e plantas.

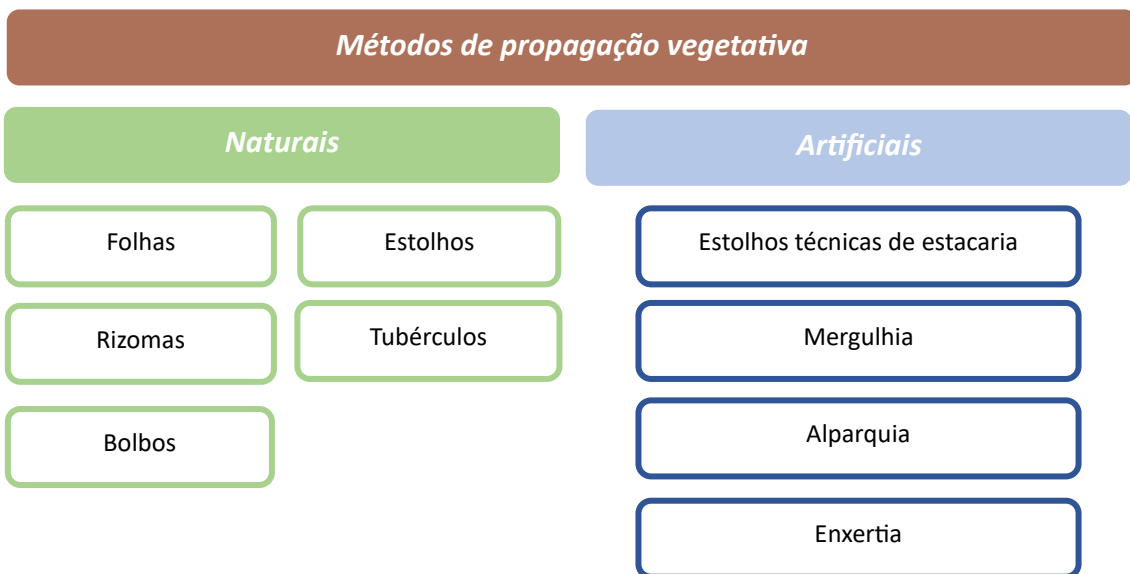
Esporângios: Estruturas especializadas na produção de esporos.

Esporos: Células reprodutoras, muito resistentes, produzidas nos esporângios.

Nota: Os esporos são muito leves, pelo que se dispersam facilmente, permitindo a disseminação rápida dos organismos. Muitos esporos são capazes de resistir num estado latente quando as condições do meio são adversas.

Propagação vegetativa

A propagação ou multiplicação vegetativa é uma forma de reprodução assexuada que ocorre nalgumas plantas superiores em que há estruturas ou partes da planta-mãe (folhas, caules, raízes...) que regeneram um individuo completo (semelhante à fragmentação).

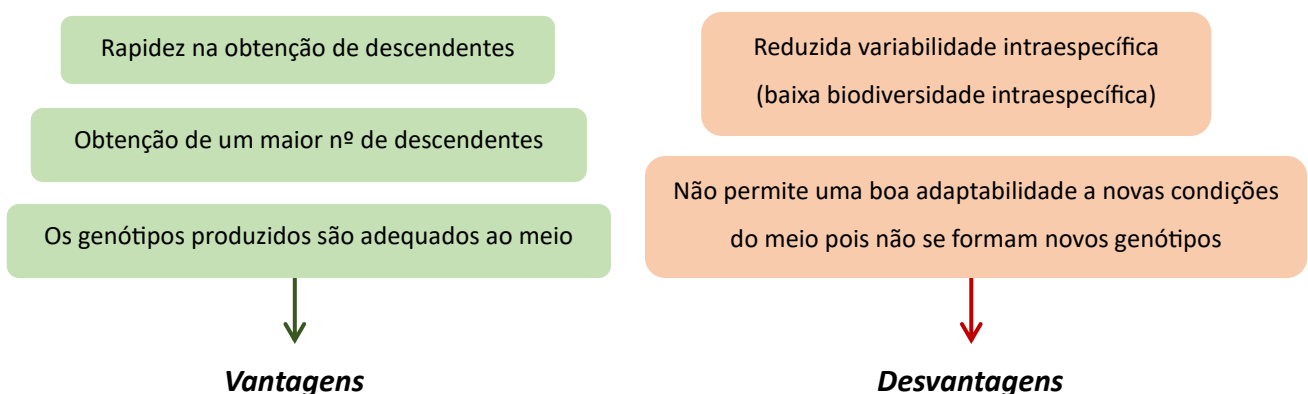


Meristemas: tecidos vegetais indiferenciados a partir dos quais se formam células continuamente.

Ápices: extremidades da raiz e do caule (ápice radicular e ápice caulinar), onde existem meristemas.

Micropropagação vegetativa: processo de cultura de fragmentos de tecidos vegetais (explantes) em meios de cultura específicos, com o objetivo de regenerar novas plantas in vitro. Este método permite a obtenção de um número elevado de descendentes de uma só planta, o que conduz sempre à obtenção da característica pretendida. Os descendentes são obtidos a partir de um explante.

Reprodução assexuada - vantagens e desvantagens



Reprodução sexuada

Reprodução sexuada: estratégia de multiplicação capaz de originar uma maior variabilidade nas características dos descendentes, devido à junção de material genético proveniente, geralmente, de dois progenitores. Exige a criação e união de células especializadas – **os gametas**.

Fecundação: união e fusão do gameta masculino e do gameta feminino, originando o **ovo** ou **zigoto**.

Gametas

Possuem metade dos cromossomas presentes nas células somáticas e no zigoto.

Células haploides ←

(possuem n cromossomas)

Ovo ou zigoto

Possuem o dobro dos cromossomas presentes nos gametas – têm guarnição cromossômica duplicada.

Célula diploide ←

(possuem $2n$ cromossomas)

Nota: As células diploides possuem dois conjuntos de cromossomas que podem ser organizados em **pares de homólogos**, que constituem o cariótipo de uma espécie.

Cromossomas homólogos: cromossomas com tamanho e estruturas semelhantes que possuem, nas mesmas regiões, genes para as mesmas características.

Hermafrodita: ser vivo (animal ou planta) capaz de produzir dois tipos de gametas.

Meiose

A meiose é o processo de divisão nuclear a partir do qual uma célula diploide ($2n$) origina quatro células haploides (n), isto é, as células-filhas apresentam metade do número de cromossomas da célula-mãe.

Interfase

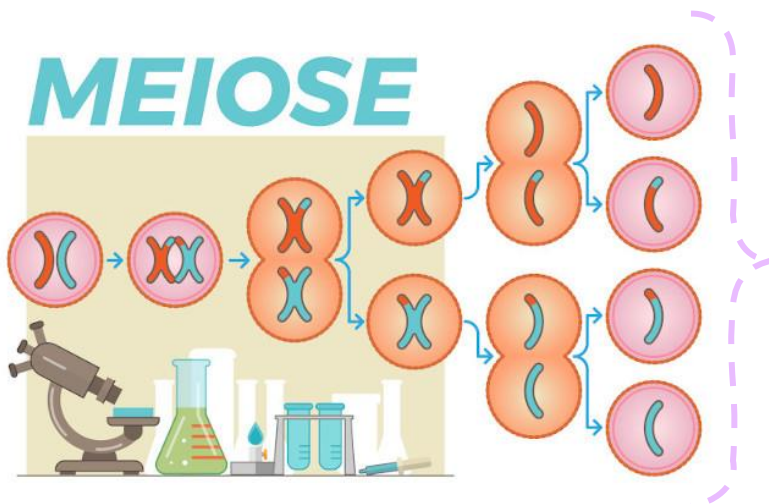
Ocorre replicação de DNA, passando cada cromossoma a apresentar dois cromatídeos unidos pelo centrómero.

Divisão Reducional

Um núcleo diploide origina dois núcleos haploides.

Divisão Equacional

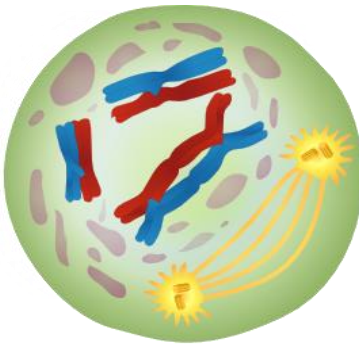
Ocorre separação de cromatídeos, originando-se quatro núcleos haploides.



Para que o cariótipo de cada espécie se mantenha constante e para que da fecundação resulte um ovo diploide, com o número normal de cromossomas da espécie ($2n$), é necessário que cada gâmeta seja haploide. Se os gâmetas não fossem haploides verificar-se-ia uma duplicação do número de cromossomas em cada geração.

Divisão Reducional ou Meiose I

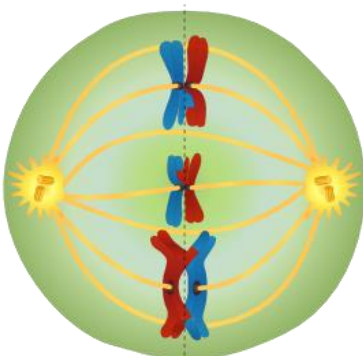
Prófase I:



Ainda durante a prófase I (fase mais longa e complexa) a membrana nuclear e o nucléolo desintegram-se e (nas células animais) os centríolos dividem-se e colocam-se em polos opostos da célula, formando-se o fuso acromático.

- À medida que condensam os cromossomas homólogos emparelham-se durante um processo designado por **sinapse**, originando **díadas cromossômicas ou bivalentes**.
- Nesta fase, os cromossomas possuem dois cromatídeos unidos pelo centrómero. Assim, os bivalentes apresentam quatro cromatídeos bem individualizados, chamando-se, por isso, **tétrada cromatídica**.
- Durante o emparelhamento, surgem vários pontos de contacto entre os cromatídeos de cromossomas homólogos, chamados **quiasmas (ou pontos de quiasma)**, onde pode ocorrer troca de informação genética, ou seja, quebras e trocas de segmentos entre os cromatídeos de cromossomas homólogos – recombinação ou **crossing-over**.

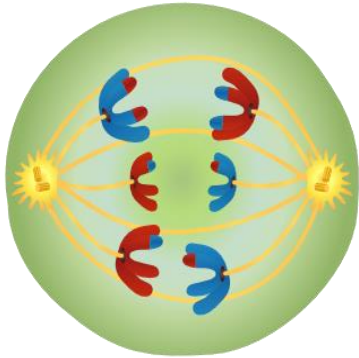
Metáfase I:



- Os bivalentes ligam-se aos microtúbulos do fuso acromático pelos centrómeros.
- Os pontos de quiasma dispõem-se no plano equatorial da célula, formando a placa equatorial.
- A orientação dos pares de cromossomas homólogos em relação aos polos da célula é indiferente e realizada ao acaso.

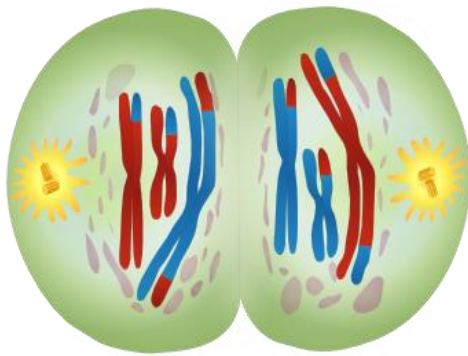
Nota: Ao contrário do que ocorre na metáfase da mitose, não são os centrómeros que se localizam no plano equatorial, mas sim os pontos de quiasma.

Anáfase I:



- A retração das fibras do fuso acromático, resultante da despolimerização das suas proteínas, provoca a separação aleatória (*redução cromática*) e a ascensão polar dos cromossomas homólogos.
- Cada cromossoma continua a apresentar dois cromátídeos.
- Os conjuntos cromossómicos que se separam e ascendem aos polos são haploides e possuem informações genéticas diferentes, o que contribui para a variabilidade genética dos novos núcleos que se irão formar.

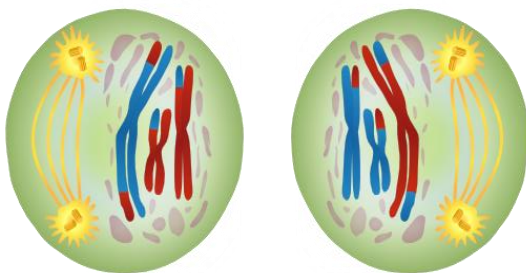
Telófase I:



- Os cromossomas atingem os polos da célula e descondensam.
- O fuso acromático desagrega-se e o invólucro nuclear reorganiza-se originando dois núcleos haploides.
- Durante esta etapa pode iniciar-se a citocinese, que leva à formação de duas células-filhas.

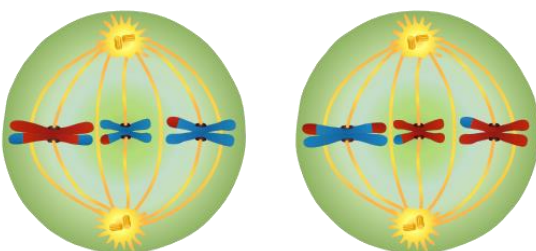
Divisão Equacional ou Meiose II

Prófase II:



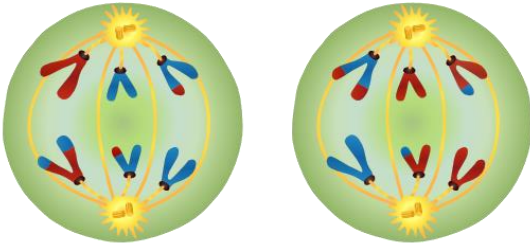
- Os cromossomas com dois cromátídeos condensam-se.
- O fuso acromático forma-se e o invólucro nuclear desagrega-se.
- Os cromossomas ligam-se pelo centrómero ao fuso acromático.

Metáfase II:



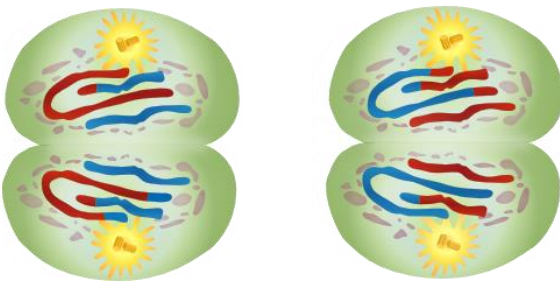
- Os cromossomas, já ligados ao fuso acromático, dispõem-se numa posição equidistante dos polos da célula, originando a placa equatorial.
- Os centrómeros encontram-se alinhados na zona equatorial.

Anáfase II:



- O encurtamento dos microtúbulos provoca o rompimento do centrômero, separando-se os cromátídeos de cada cromossoma.
- Cada cromátídeo passa a constituir um cromossoma, ocorrendo ascensão polar dos conjuntos cromossômicos (haploides).

Telófase II:



- Os cromossomas atingem os polos da célula e iniciam a descondensação.
- Ocorre desintegração do fuso acromático e reorganização do invólucro nuclear em torno de cada conjunto cromossômico.
- Durante esta etapa pode iniciar-se a citocinese, que permite a formação de quatro células haploides geneticamente diferentes.

Reprodução sexuada e variabilidade genética

Meiose

Crossing-over

Durante a prófase I, o emparelhamento de cromossomas homólogos e a sobreposição de cromátídeos, nos pontos de quiasma, podem levar ao crossing-over, ou seja, à troca recíproca de segmentos entre os cromátídeos do cromossoma de origem materna e o cromossoma de origem paterna.

Desagregação aleatória de cromossomas homólogos

Durante a metáfase I, os pares de cromossomas homólogos dispõem-se ao acaso e de forma independente na placa equatorial. O que levará à separação aleatória dos cromossomas durante a anáfase I e à consequente formação de diferentes combinações cromossômicas.

Fecundação

Cada fecundação é um acontecimento único e independente, pois a junção de gâmetas com conjuntos de genes distintos origina zigotos com combinações únicas de genes.

Tanto a fecundação como a meiose, constituem assim fontes de variabilidade genética na descendência, tornando cada indivíduo uma entidade genética singular e irrepetível.

Nota: a aleatoriedade da escolha do parceiro sexual também tem contribuído para a diversidade genética

Meiose e Mitose – Análise Comparativa

Meiose	Mitose
Ocorre para a produção de gâmetas ou esporos	Ocorre em células somáticas
Origina quatro células-filhas com metade do número de cromossomas da célula-mãe (células haploides)	Origina duas células-filhas com o mesmo número de cromossomas da célula-mãe (células diploides)
Há emparelhamento de cromossomas homólogos e possibilidade de crossing-over	Não há emparelhamento de cromossomas homólogos nem fenómenos de crossing-over
As células-filhas são geneticamente distintas da célula-mãe, devido à separação aleatória dos homólogos e à ocorrência de crossing-over	As células-filhas e a célula-mãe são geneticamente idênticas
O centrómero só é rompido na anáfase II	O centrómero é rompido na anáfase
Ocorrem duas divisões sucessivas sendo a divisão II semelhante à mitose	Só ocorre uma divisão

Nota: Durante a meiose, podem ocorrer erros que levam a alterações na sequência normal de genes (**mutações génicas**). Quando estes erros envolvem um grande número de genes ou o número de cromossomas, diz-se que ocorre uma **mutação cromossómica**. Exemplo: Síndrome de Down - falha na disjunção do par de cromossomas 21 durante a meiose.