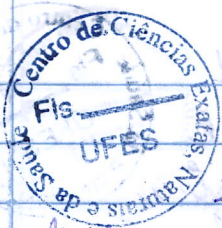




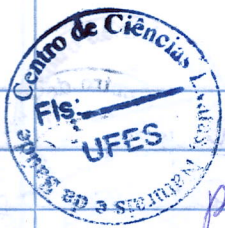
A célula é a unidade básica e essencial para os organismos vivos, pois é nesta estrutura que reações químicas e processos biológicos vitais para a sobrevivência e reprodução de indivíduos, espécies e populações ocorrem. Como processo biológico, destaca-se a divisão celular, processo fundamental para a reprodução, renovação de tecidos e variabilidade genética entre indivíduos. A divisão celular aborda estudos sobre a mitose, que é um processo equitativo, ou seja, uma célula-mãe ($2n$) dá origem a duas células filhas com o mesmo conjunto cromossômico ($2n$); enquanto a meiose é considerada um processo reutivo, visto que uma célula-mãe ($2n$) origina quatro células filhas com a metade do conjunto cromossômico original (n). Além destes dois tipos, estudos recentes sobre divisão celular apresentaram resultados importantes sobre o processo de divisão celular assimétrica, assim como suas contribuições para o aumento da variabilidade genética e padronização de tecidos vegetais. Uma célula, ao sofrer assimetria durante sua divisão celular, poderá carregar variações em seu conjunto cromossômico que serão ausentes em outra célula que não tenha passado pelo mesmo processo. Apesar de viável, esta célula que carrega potencialmente novas características, provenientes da assimetria, tem a capacidade de inserir novas variações em uma espécie, contribuindo com a variabilidade genética. Neste mesmo contexto, a meiose também é um mecanismo que introduz variabilidade genética em uma espécie e, consequentemente, em uma população. A meiose ocorre nos gametas, sendo conhecida como meiose gamética em animais, meiose esporica nos vegetais, por ocorrer nos esporos, e meiose zigótica em algas.



A meiose possui duas etapas, que se subdividem em etapa 1: meiose I, prófase I, composta por leptoteno, zigoteno, aploteno, diplóteto e diacinese; metafase I, anáfase I e telófase I. A etapa ~~(II)~~ 2 é composta por eventos da meiose II, prófase II, metafase II, anáfase II e telófase II. Na meiose I ocorre um processo reducional, em que uma célula-mãe ($2n$) dá origem a duas células filhas com a metade do seu conjunto cromossômico (n). Na prófase I, é iniciada a condensação e o alinhamento das cromátides. Um evento importante ocorre no diplóteto, conhecido como crossing over ou recombinação genética. Neste processo, a recombinação ocorre devido a troca de cromátides irmãs (fragmentos), sendo a nova combinação encaminhada para etapa de diacinese, onde os quiasmas ^{placas} presentes nas extremidades das cromátides. A meiose segue por processos subsequentes da etapa 1, sendo que ocorrem etapas de pareamento, formação de fibras proteicas que direcionam as cromátides para as extremidades e início do descondensamento do material genético, processos compreendidos entre as etapas de metafase I, anáfase I e telófase I. Na etapa 2, iniciada pela meiose II, ocorre um processo equitativo, ou seja, não há o aumento do número de células nesta etapa, mantendo o mesmo número de células originadas na meiose ~~(II)~~ I. Nas etapas seguintes, são formadas as fibras de fuso, que direcionam as cromátides para as extremidades da célula, formando as placas equatoriais, ocorre a duplicação dos centrômeros, o núcleo e a carioteca são removidos e na telófase II ocorre a duplicação das duas células (n) em quatro células (n). Toda essa sequência de eventos biológicos caracterizam a meiose como um processo que promove variabilidade genética, devido à recombinação (crossing over), e mantém a existência dos gametas de uma espécie. Eis



tem duas principais formas de introduzir a variabilidade genética em espécies e populações. A primeira delas, como visto anteriormente, ocorre na meiose por meio do processo de recombinação genética (ou crossing over), no qual ocorre a troca de segmentos gênicos entre cromátides irmãs. Essa troca pode resultar em alterações positivas ou negativas para a sobrevivência e reprodução de um indivíduo frente a condições ambientais adversas, como tolerância a temperaturas, resistência a pragas e doenças e busca por alimentos. Outra forma de inserir variabilidade genética é através de mutações, que podem ocorrer naturalmente no genoma de um indivíduo, mas também podem ser induzidas por agentes químicos ou selecionadas artificialmente. Mutações naturais compreendem deleções, inserções, inversões, translocações e duplicações. Deleções compreendem a remoção de bases, podendo ser uma ou mais, em uma região do genoma. Inserção consiste na entrada aleatória de uma ou mais bases no genoma. As inversões ocorrem quando uma base é invertida por outra no genoma. Translocação ocorre quando uma ou mais bases de regiões diferentes do genoma são trocadas; e por fim, as duplicações ocorrem no genoma quando uma ou mais bases encontram-se repetidas. Quando as mutações são promovidas por agentes químicos ou físicos, estes podem ser reagentes tóxicos ou radiações UV aos quais um indivíduo pode ter sido exposto. Mutações selecionadas artificialmente, buscam sequências de interesse para áreas da saúde ou das ciências agrárias, por exemplo, para que sejam estudadas e selecionadas para o melhoramento genético ou desenvolvimento de um fármaco. Independente da forma que a variabilidade genética é introduzida, as variações são a fonte para evolução (Holt) dos



Código: DB1242025-51

Folha 4

organismos. A variabilidade genética, seja promovida por recombinação ou mutações em sequências gênicas, promovem impactos em uma ampla esfera da sociedade. Um desafio recente enfrentado em hospitais e em centros de tratamento intensivo (CTI) são as superbactérias e sua resistência aos antibióticos existentes no mercado. As variações genéticas presentes nesses organismos, selecionadas ao longo de gerações devido a automedicação, eliminou sítios de respostas aos antibióticos, levando a busca por tratamentos seguros e alternativos. Com isso, tem-se estudado o uso de bacteriófagos, ou simplesmente fagos, que são vírus que infectam e naturalmente se replicam em bactérias, podendo levar ao rompimento das células bacterianas e morte, como tratamentos contra bacterioses. Entretanto, os bacteriófagos também estão sujeitos à variabilidade genética. Por exemplo, se houver uma inserção ou deleção de um nucleotídeo em uma(s) sequência(ões) gênica(s) lítica(s), este fago pode ter sua velocidade de lise reduzida ou comprometida, ao ponto de inativá-la. Como alternativa, estudos preliminares das sequências gênicas responsáveis pela lise bacteriana são realizados, por meio da propagação viral, ensaios biológicos *in vitro*, extração de DNA, PCR de regiões alvo, sequenciamento dos produtos de PCR e alinhamento de sequências, em busca de variações genéticas que possam comprometer a lise bacteriana. Nesses casos podem ser buscados SNPs (Single Nucleotide Polymorphism, ou nucleotídeos de polimorfismo único), para analisar se há diferenças nas sequências gênicas, como a alteração de um nucleotídeo que possa comprometer a função gênica. Para solucionar este problema, podem ser utilizados equoter vírus, conforme já utilizado em pesquisas clínicas no exterior, que buscam aumentar a diversidade de fagos que conseguem



lisar a mesma bactéria, mas com \neq velocidades diferentes. Esta variabilidade na velocidade de lise celular é resultante de variações genéticas presentes em genes do módulo de lise. Isso reforça a importância da variabilidade genética para perpetuação de uma espécie. O mesmo caso se aplica aos setores agrícola e agropecuário. É necessário refletir sobre como variações genéticas presentes em espécies animais e vegetais impactam a segurança alimentar global. Por exemplo, estudos de melhoramento genético buscam caracteres de interesse (variações no genoma) responsáveis pela resistência de plantas a fitopatógenos ou à tolerância a ambientes com temperaturas ou condições de salinidade extrema. Variações em genes que permitem a sobrevivência de espécies vegetais, podem ser amplificadas com auxílio de primers específicos e utilizados para o desenvolvimento de organismos transgênicos, seguindo as legislações vigentes. Nestes casos, assim como para busca de genes que aumentem a produtividade de culturas agrícolas de interesse, a Engenharia Genética é vista como uma aliada. A variabilidade genética pode ser avaliada em organismos utilizando técnicas moleculares para comparação de sequências gênicas ou genômicas, por meio de alinhamentos e busca por alterações nas sequências de nucleotídeos. Considera-se a meiose um importante mecanismo biológico para promoção da variabilidade genética, devido ao processo de recombinação gênica, que é essencial para evolução de espécies e conservação de populações, visto que tal variabilidade ~~se~~ promove maiores condições para que um organismo sobreviva e se reproduza em um ambiente. Populações menores tendem a apresentar menor variabilidade genética, devido a existência de menor diversidade de alelos



disponíveis para troca ou recombinação entre indivíduos.

Este fato traz uma atenção importante sobre como processos biológicos estão interligados, desde a recombinação gênica que ocorre na meiose até estratégias de manejo aplicadas à conservação de espécies, todas associadas à importância da variabilidade genética, para a longevidade de espécies e populações.