



Meiose e Variabilidade Genética

O processo de divisão celular está diretamente relacionado ao estudo da genética.

Ele garante dois aspectos centrais: i) integridade da informação genética; ii) variabilidade genética, base para que o processo evolutivo ocorra.

São dois os tipos de divisão celular.

A mitose é a divisão que produz células idênticas; está relacionada ao crescimento somático. A meiose é a divisão celular que produz células com a metade da quantidade de cromossomos, células que são haploides e diferentes entre si.

A meiose é uma divisão celular que na verdade não duas divisões celulares com apenas uma replicação do material genético. A primeira divisão é uma divisão reducional, em que o número de cromossomos cai para metade. A segunda divisão é equacional, na qual as cromátides irmãs se separam.

Durante a primeira divisão da meiose, na Prófase I os cromossomos são rigorosamente pareados no complexo sinaptonêmico. Nesse momento ocorre o crossing-over, o processo de troca de fragmentos de moléculas de DNA entre os cromossomos. Ocorre uma quebra em toda a molécula ^{de DNA} e então a



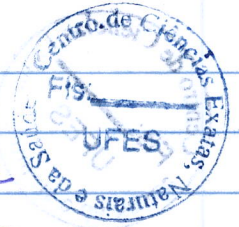
hora acontece. Nesse momento ocorre a formação dos quiasmas, que são visíveis.

Durante a Metáfase I os cromossomos que estão organizados no fuso não se separam e migram de forma aleatória. Esse mecanismo produz variabilidade.

A segunda divisão da meiose, a Meiose II separa as cromátides irmãs. O resultado são quatro células haploides diferentes entre si e da célula original. Durante a meiose ocorre crossing-over e a segregação independente dos cromossomos, dois processos que produzem variabilidade genética para a ação de forças evolutivas, como a seleção natural.

Um estudo recente (2024), publicado por Johnston, na Revista Molecular Biology and Evolution, analisou o processo de recombinação da meiose. O objetivo era entender como um mecanismo tão conservado como a meiose é capaz de produzir altas taxas de recombinação quando se observa os meios de indivíduos, populações e espécies. A ênfase do trabalho foi no processo de produção da variabilidade e adaptações.

Diretamente relacionado com o processo de recombinação da divisão celular meiótica, está a ligação gênica. A segregação



independente só ocorre completamente quando os loci estão em cromossomos diferentes. Quando os loci estão localizados no mesmo cromossomo, eles podem ser herdados juntos e ocorre o que se chama de ligação gênica.

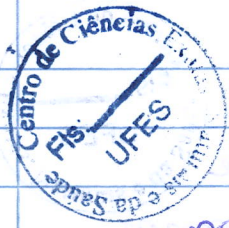
A frequência de recombinação está relacionada com a distância física entre os loci e fornece material para o mapeamento genético, a base quantitativa.

Durante a divisão celular, é possível que ocorra mutação. Uma mutação também é fonte de variabilidade genética. Mesmo quando as mutações são deletérias, são importantes fontes de variação gênica.

Quando analisamos o impacto da migração em populações, observamos que ela ~~tem impacto para a estruturação populacional~~.

possa influenciar variações nas frequências alélicas (e genotípicas).

Por exemplo, considera-se o Equilíbrio de Hardy-Weinberg como modelo nulo da ação de forças evolutivas. Em situações em que não atuam forças evolutivas atuando, as frequências genotípicas não se mantêm constantes ao longo das gerações. Uma variação pode surgir em uma população por origem recombina-



nocional e se perder ou se fixar por ação de deriva genética, ou se pode originar mudanças estocásticas, principalmente em populações com tamanho efetivo pequeno.

A variação de origem recombinacional é a base para que o processo evolutivo ocorra. Além da deriva (abordada anteriormente), a seleção natural também age sobre essa variação (mantendo, se for benéfica ou removendo, se for desvantajosa). A ação da seleção natural pode produzir adaptações em populações.

As variações de origem recombinacional podem ser levadas entre populações através do processo de migração. O Fluxo gênico pode permitir que uma variação presente em uma população seja levada para outra.

Nesse sentido, a recombinação é capaz de influenciar a estrutura populacional como um todo.

No ano de 2024 foi publicado na revista *PLoS Genetics* um trabalho de autoria de Lewomski e colaboradores que analisa a interação entre linhagens através do processo de recombinação, através dos ARBs (grafos de recombinação ancestral). O trabalho evidencia a complexidade dos genomas e destaca que avanços na bioinformática têm permitido análises mais realistas de árvores evolutivas