

BIO208: Processos Evolutivos 2016

Exercício em sala 2:

Tamanho efetivo populacional e evolução neutra

Diogo Meyer

Esses exercícios tem o objetivo de ilustrar uma aplicação do conceito de tamanho efetivo populacional e de analisar padrões de variação genética que permitem testar predições da teoria neutra.

1. **Tamanho efetivo populacional.** Algumas espécies alternam tamanhos populacionais ao longo do tempo, passando por fases populosas e outras com tamanho populacional baixo. A figura 1 (painel da esquerda) ilustra um exemplo hipotético, descrevendo uma espécie que alterna períodos de 5 gerações com tamanho de $2N=400$ e 1 geração com tamanho de apenas $2N=10$ indivíduos. O painel da direita mostra como se espera que ocorra a perda de heterozigose ao longo do tempo sob esse cenário. Note que o decréscimo de taxa de heterozigose reflete essas mudanças abruptas de tamanho populacional.
 - (a) Calcule o tamanho efetivo populacional para esta população, lembrando que o tamanho efetivo de uma população que altera seu tamanho é a média harmônica dos tamanhos.
 - (b) Calcule os valores de H para as gerações 0, 10, 20 e 30 para o tamanho populacional efetivo obtido em (b). Coloque esses valores no gráfico e trace a trajetória de H esperada. Compare com os valores reais e discuta utilidade da estimativa do tamanho efetivo populacional.
 - (c) Qual seria a diversidade ao final de 30 gerações se a espécie tivesse sempre mantido o tamanho populacional de $2N=400$?
2. **Teoria neutra.** De acordo com a teoria neutra da evolução molecular, a taxa de substituição de um gene (o número de mutações que se fixam por unidade de tempo) deve ser proporcional à taxa de mutação.

Examine o gráfico abaixo, que apresenta a relação entre o número de substituições e o tempo de divergência para 3 genes diferentes. Os valores foram calculados comparando genes de espécies com diferentes graus de divergência.

 - (a) Os resultados são consistentes como a expectativa da teoria neutra?
 - (b) Porque as linhas indicando a relação entre k (eixo y) e tempo de divergência (eixo x) difere entre os genes? Isso é compatível com a hipótese desses genes possuírem a mesma taxa de mutação?
3. **Taxa de heterozigose sob neutralidade.**

Um dos primeiros estudos a testar a validade da teoria neutra no contexto de populações humanas foi o de Kimura e Ohta (1973). Eles partiram da premissa de que a taxa de mutação (μ) tem o valor de 10^{-7} , que é a probabilidade de haver uma mutação em um gene, a cada ano.

 - (a) Se humanos possuem um tempo de geração de 20 anos, qual é a taxa de mutação por geração? (Esse conversão é necessária, pois o cálculos da relação entre H e $N\mu$ que fizemos assume que μ é medido por geração).
 - (b) Kimura e Ohta usaram a informação de que a taxa de heterozigose (H) média, para um conjunto grande de genes humanos, é de aproximadamente $H=0,1$ (resultado da análise da diversidade em vários genes). Com base nessa informação, calcule o tamanho efetivo populacional para nossa espécie. Esse valor parece ser razoável?

Figure 1: Gráfico mostrando variação de $2N H$ em população que alterna 5 gerações de $2N=400$ com uma geração de $2N=10$

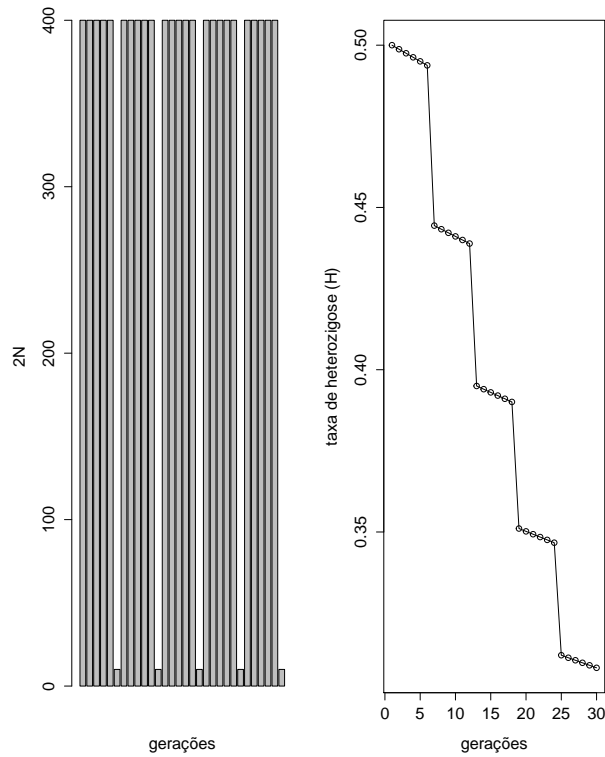


Figure 2: Gráfico mostrando a relação entre o tempo de divergência para pares de espécies (eixo x) e a proporção de diferenças entre 3 proteínas.

