

Effective Population Size: conceito e importância

Ricardo Santos **54273**

Genómica e Alterações Ambientais
2024

O que é N_e ?

- Tamanho de uma população ideal (Wright-Fisher) que perde diversidade genética à mesma taxa que uma população real
- Padrões complexos de demografia, sex ratio e deriva genética
- Aplicações em Biologia Evolutiva e Genética da Conservação
- Quantificação das taxas de deriva genética e inbreeding
- Fulcral para prever como evoluem as populações

O que é Ne?

Ne



N

- Número de indivíduos na população
- Visão mais precisa da dinâmica populacional
- Considera as propriedades genéticas da população

- Número real de indivíduos na população em determinado momento

Fatores que afetam o N_e

Sex-Ratio Desigual

- $$N_e = \frac{4 N_m N_f}{N_m + N_f}$$

Variações no Tamanho da Família

- Se o número de offspring por progenitor não seguir uma distribuição Poisson

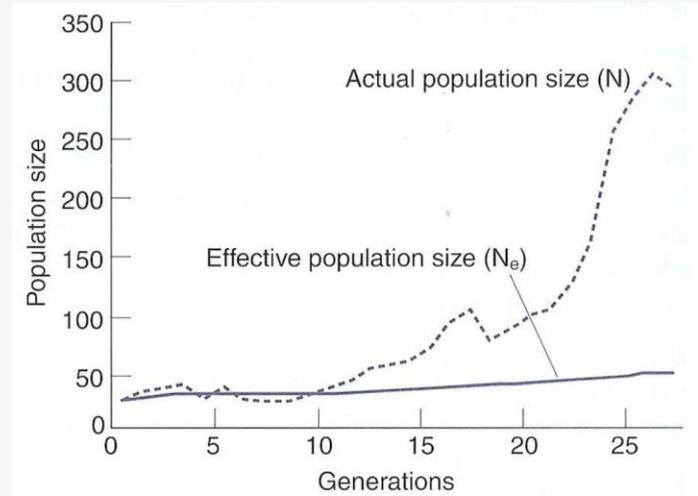
- População constante -
$$N_e = \frac{4N-2}{V_k+2}$$

- Variação de tamanho -
$$N_e = \frac{N_k-1}{k-1+(V_k/k)}$$

Fatores que afetam o N_e

Flutuações no Tamanho Populacional

- $N_e = \frac{1}{\frac{1}{t} \sum_{i=1}^t \frac{1}{N_i}}$, onde N_i corresponde ao tamanho da população na geração i e t corresponde ao número de gerações
- Aumento da perda de diversidade genética por deriva



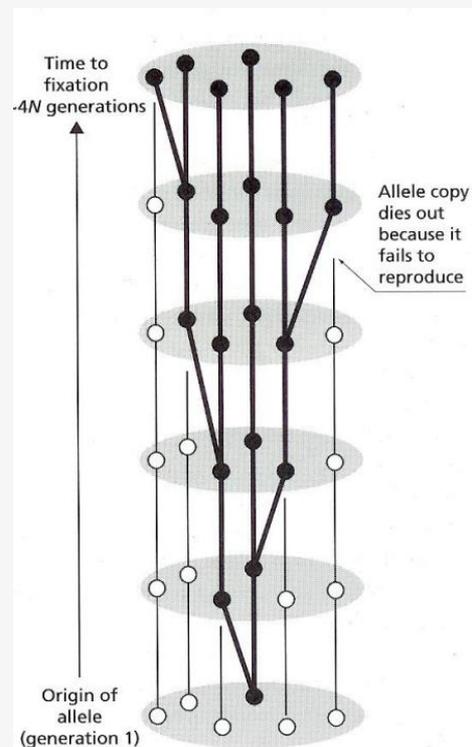
Ne mitochondrial e Lineage Sorting

Ne nuclear vs Ne mitochondrial

- N_e mitondrial = $\frac{1}{4} N_e$ nuclear
- Haploidia e herança materna

Lineage Sorting

- Fixação ou perda de linhagens ao longo do tempo
- DNA mitocondrial tem uma taxa de lineage sorting mais lenta que DNA nuclear
- Fixação de DNA mitocondrial leva $4N$ gerações, uma vez que não se reproduz



Impacto do Ne no Genoma

Deriva Genética

- Mudança aleatória das frequências alélicas entre gerações
- $<N_e$, efeito mais pronunciado
- Alterações rápidas e imprevisíveis → perda de alelos raros

Taxas de Inbreeding

- Aumento do inbreeding em populações com N_e reduzido
- Inbreeding depression → redução do fitness da população

Como medir N_e

Metodos demográficos (diretos)

- Sex-Ratio desigual
- Variações no tamanho da família
- Flutuações no tamanho da população

Métodos genéticos (indiretos)

- Perda de heterozigosidade
- Alteração das frequências alélicas
- Perda de diversidade alélica

Impacto na Genômica e Alterações Ambientais

- Populações com maior N_e apresentam maior diversidade genética
→ adaptação (ex. novo ambiente com diferentes condições climáticas)
- Populações com maior N_e são menos afetadas por deriva genética
→ seleção mais eficaz e manutenção de alelos benéficos
- Populações com menor N_e não possuem variedade genética necessária para adaptação

Case Study

MOLECULAR ECOLOGY

Molecular Ecology (2015) 24, 5507–5521

doi: 10.1111/mec.13398

Multiple estimates of effective population size for monitoring a long-lived vertebrate: an application to Yellowstone grizzly bears

PAULINE L. KAMATH,* MARK A. HAROLDSON,* GORDON LUIKART,† DAVID PAETKAU,‡
CRAIG WHITMAN* and FRANK T. VAN MANEN*

*U.S. Geological Survey, Northern Rocky Mountain Science Center, 2327 University Way, Suite 2, Bozeman, MT 59715, USA,

†Flathead Lake Biological Station, Fish and Wildlife Genomics Group, Division of Biological Sciences, University of Montana,

Missoula, MT 59812, USA, ‡Wildlife Genetics International, Box 274, Nelson, British Columbia V1L 5P9, Canada

Case Study

- População de ursos sofreu um bottleneck severo, reduzindo N para <150 indivíduos
- N_e foi monitorizado ao longo de décadas com aumento gradual \rightarrow estabilidade genética
- $\frac{N_e}{N} = 10\text{-}20\%$
- Apenas uma fração da população se reproduz
- N_e mais esclarecedor que N

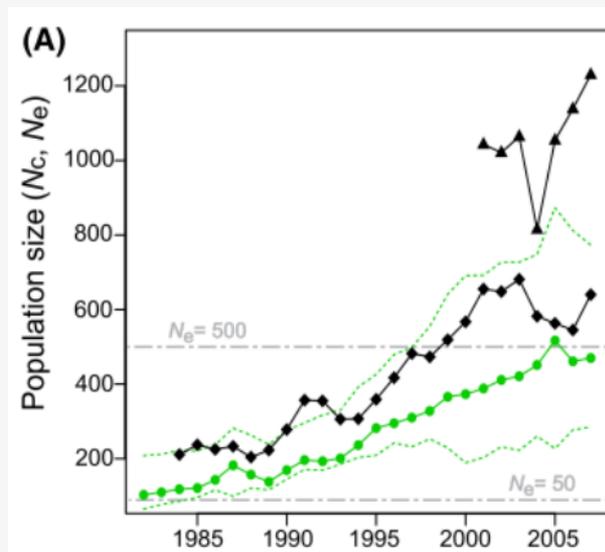


Fig. 1 – Estimativas de N_c (preto) vs N_e (verde) ao longo do tempo

Conclusão

- Ne permite estimar a diversidade genética e perceber a sua perda nas populações
- Compreender o Ne é essencial para garantir a manutenção da diversidade dentro das populações

Referências bibliográficas

- Wang J, Santiago E, Caballero A. Prediction and estimation of effective population size. *Heredity (Edinb)*. 2016;117:193–206.
- Kamath PL, Haroldson MA, Luikart G, Paetkau D, Whitman C, van Manen FT. Multiple estimates of effective population size for monitoring a long-lived vertebrate: an application to Yellowstone grizzly bears. *Mol Ecol*. 2015 Nov;24(22):5507–21. doi: 10.1111/mec.13398. Epub 2015 Oct 28. PMID: 26510936.