

GENÉTICA DE POPULAÇÕES

Conceito geral de populações

Frequências alélicas e genotípicas

Equilíbrio de Hardy-Weinberg

Estrutura genética de populações

Fatores que afetam o equilíbrio de H-W:
mutação, seleção, migração, deriva

O QUE É UMA POPULAÇÃO?

=> *Um grupo de indivíduos de uma espécie que vivem em uma região geográfica restrita, de tal forma que cada membro pode acasalar com qualquer outro, do sexo oposto => populações mendelianas ou populações panmíticas.*

=> *Um conjunto de indivíduos compartilhando um patrimônio gênico comum.*





População de peixes num determinado lago

População de soja



População de trigo

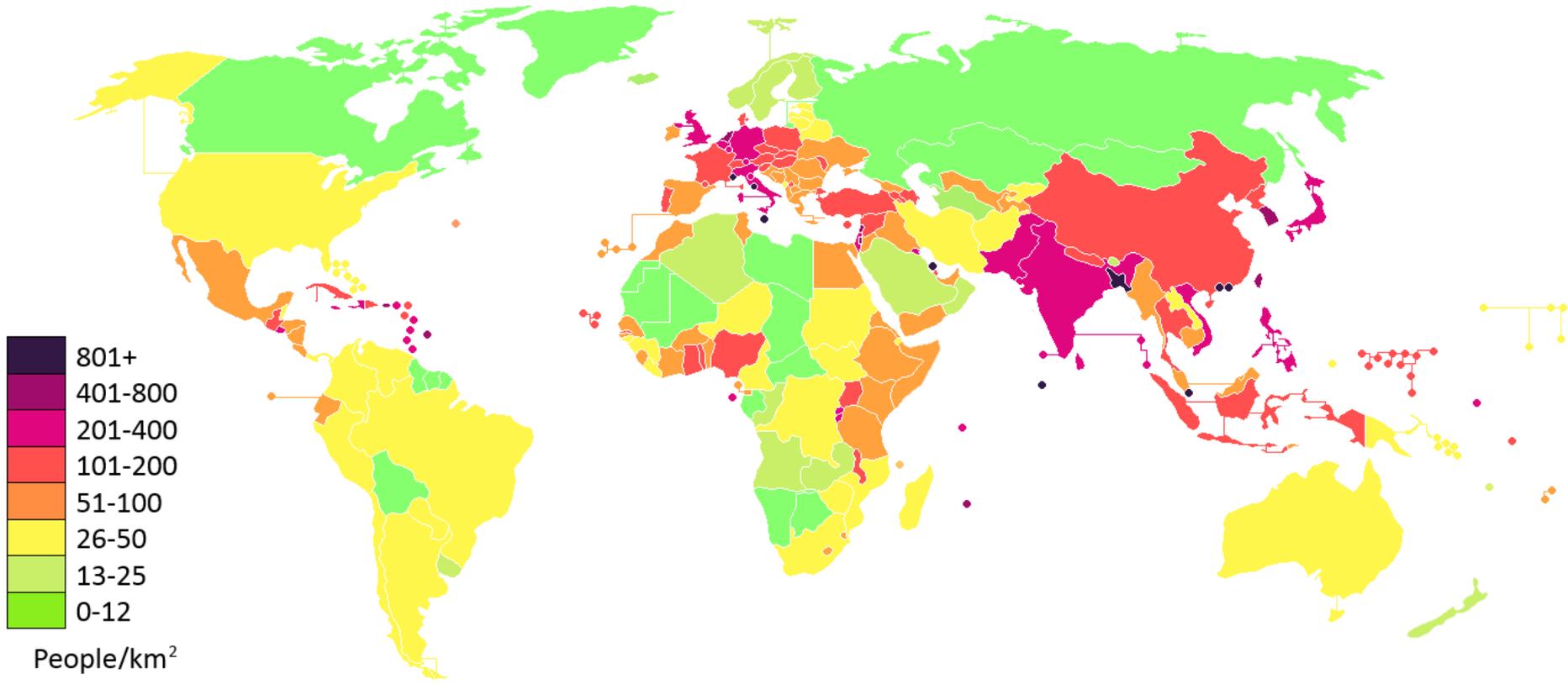


População de plantas invasoras





População humana



TIPOS BÁSICOS DE POPULAÇÕES:

Naturais => Ex: população de ipê amarelo



Artificiais =>
Ex: Variedade comercial de arroz



Artificial -> população de
seringueiras numa determinada
área agrícola



Natural:
seringueiras

- => Toda população tem um **reservatório gênico** que lhe é particular, que caracteriza a população.
- => Esse conjunto de genes e alelos é transmitido através das gerações.

Frequência genotípica => proporção dos diferentes genótipos na população.

Frequência alélica => proporção dos diferentes alelos de um determinado gene na população.

Ex: cada indivíduo possui um genótipo distinto.

Ex:

1	2	3	4	5	6	7	8
aa	Aa	AA	aa	Aa	Aa	AA	aa

Mas é a população que apresenta a frequência genotípica.

Qual a frequência de indivíduos com gene "aa" na população?

$$f(aa) = 3/8 = 0,375$$

Qual a frequência do alelo "a" na população?

$$f(a) = 9/16 = 0,562$$

O indivíduo tem uma importância transitória.

O que interessa são seus alelos que serão transmitidos às futuras gerações.

Exemplo1: *população de plantas de cebola*

caráter: cor dos bulbos: branca, creme, amarela.

Herança do caráter: dominância incompleta

II -> bulbo branco

Ii -> bulbo creme

ii -> bulbo amarelo



II



Ii



ii

Temos 2.000 plantas, distribuídas ao acaso:



$N = 2.000$

Temos 2.000 plantas, distribuídas ao acaso:

100 plantas de bulbos brancos = n_1 genótipos II

1.000 plantas de bulbos creme = n_2 genótipos Ii

900 plantas de bulbos amarelos = n_3 genótipos ii

De tal forma que: $n_1 + n_2 + n_3 = N$ (número total de indivíduos)

$$N = 2.000$$

A frequência genotípica será:

$$f \text{ genótipo II} = \frac{n1}{N} = \frac{100}{2000} = 0,05 = D$$

$$f \text{ genótipo Ii} = \frac{n2}{N} = \frac{1.000}{2.000} = 0,50 = H$$

$$f \text{ genótipo ii} = \frac{n3}{N} = \frac{900}{2.000} = 0,45 = R$$

Frequências alélicas ou gênicas:

Frequência de I = p

Frequência de i = q

$$II = n1 = 100$$

$$Ii = n2 = 1.000$$

$$ii = n3 = 900$$

Sendo que $p + q = 1$

$$f(I) = p = \frac{2n1 + n2}{2N} = \frac{n1 + 1/2n2}{N} = D + \frac{1}{2}H$$

$$f(i) = q = \frac{2n3 + n2}{2N} = \frac{n3 + 1/2n2}{N} = R + \frac{1}{2}H$$

Sendo que $p + q = 1$

$$II = n1 = 100$$

$$Ii = n2 = 1.000$$

$$f(I) = p = \frac{2 \times 100 + 1.000}{2 \times 2.000} = 0,3$$

$$ii = n3 = 900$$

$$f(i) = q = \frac{2 \times 900 + 1.000}{2 \times 2.000} = 0,7$$

Pelas frequências genotípicas (D, H, R):

$$f(I) = D + \frac{1}{2}(H) = 0,05 + \frac{1}{2}(0,50) = 0,3$$

$$f(i) = R + \frac{1}{2}(H) = 0,45 + \frac{1}{2}(0,50) = 0,7$$

Exemplo2: *população de repolho*

P: SS x **ss**

F1: **Ss** x **Ss**

F2: SS **Ss** **ss**
25% 50% 25%

SS } resistentes
Ss }



S -> gene para
resistência ao *Fusarium*
em repolho

ss -> susceptível





Ataque de *Fusarium*

Qual a frequência de plantas resistentes?

Podemos ter:

- 1) variedade selecionada = plantas resistentes e homozigotas (SS)
- 2) variedade sem seleção e altamente susceptível => plantas (ss)
- 3) valores intermediários = 84% resistentes e 16% susceptíveis

Genótipo	Número de plantas	freqüências genotípicas
SS	n1	$n1/N = D$
Ss	n2	$n2/N = H$
ss	n3	$n3/N = R$
Total	N	1,00

Na população de repolho, tomada como exemplo:

Colho sementes → formo uma nova população
→ quais as freqüências genotípicas da nova população?

Plantas da população original \rightarrow gametas $\left\{ \begin{array}{l} S = p \\ s = q \end{array} \right.$

Plantas SS \rightarrow só gametas S

Plantas Ss \rightarrow gametas $\begin{array}{l} \frac{1}{2} S \\ \frac{1}{2} s \end{array}$

Plantas ss \rightarrow só gametas s

Portanto, entre todos os gametas formados, temos:

$$\rightarrow f(S) = p = D + 1/2H$$

$$\rightarrow f(s) = q = R + 1/2H$$

$$\text{-----}$$
$$p + q = 1$$

$$\text{-----}$$
$$D + H + R = 1$$

Logo, na nova população as frequências genotípicas serão:

	S (p)	s (q)
S (p)	SS (p ²)	Ss (pq)
s (q)	Ss (pq)	ss (q ²)

genótipos

SS

Ss

ss

frequência na segunda população

$$D1 = p^2$$

$$H1 = 2pq$$

$$R1 = q^2$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

O que acontecerá se esse processo for repetido, ou seja, tomando-se sementes da nova população para formar um terceiro campo de repolhos, quais seriam as frequências genotípicas?

Segunda população (geração):

$$f(S) = D1 + (1/2)H1 = p^2 + (1/2)2pq = p^2 + pq = p(p+q) = p$$

$$f(s) = R1 + (1/2)H1 = q^2 + (1/2)2pq = q^2 + pq = q(p+q) = q$$

Logo, na terceira população as frequências genotípicas serão:

	S (p)	s (q)
S (p)	SS (p ²)	Ss (pq)
s (q)	Ss (pq)	ss (q ²)

genótipos	frequências na terceira população
SS	D ₂ = p ²
Ss	H ₂ = 2pq
ss	R ₂ = q ²

=> Portanto, a terceira população é idêntica à segunda população; não houve mudanças nas frequências genotípicas.

=> Se esse processo continuar, colhendo sementes para formar uma nova população, as frequências dos genótipos permanecerão em p^2 , $2pq$ e q^2 , e a frequência dos alelos será p e q .

→ LEI DE HARDY-WEINBERG

*"Se os cruzamentos forem ao acaso (sem autofecundações ou cruzamentos controlados), se todos os indivíduos forem férteis e viáveis, e se não houverem fatores como a **seleção**, **mutação**, **migração**, **erosão genética (deriva genética)**, tanto as frequências alélicas como genotípicas se mantêm constantes de geração a geração, e a população encontra-se em equilíbrio".*

Equilíbrio de Hardy-Weinberg

→ Sete condições básicas que devem ser cumpridas para que se tenha o chamado **equilíbrio de Hardy-Weinberg**:

- 1) não está ocorrendo **mutação**
- 2) não está ocorrendo **seleção**
- 3) a **população** é infinitamente **grande**
- 4) todos os membros da população se reproduzem
- 5) todos os acasalamentos ocorrem **ao acaso** (não há cruzamentos preferenciais)
- 6) todos os indivíduos produzem o **mesmo número de descendentes**
- 7) não há **migração** nem para dentro nem para fora da população

Voltando ao exemplo da cebola:

Supondo que o agricultor colheu o mesmo número de sementes de cada uma das plantas e as semeou no ano seguinte; qual será a proporção de cada um dos tipos de bulbos na cebola que será colhida?

Temos: 2.000 plantas

II - 100 bulbos brancos (5%)

Ii - 1.000 bulbos creme (50%)

ii - 900 bulbos amarelos (45%)

A frequência alélica estimada foi: $I = 0,3$ (p)
 $i = 0,7$ (q)

Se não houve seleção, mutação, migração, etc., a nova geração terá:

Genótipos

Frequência genotípica

II

$$p^2 = (0,3)^2 = 0,09 \quad (9\%)$$

Ii

$$2pq = 2(0,3 \times 0,7) = 0,42 \quad (42\%)$$

ii

$$q^2 = (0,7)^2 = 0,49 \quad (49\%)$$

Se o agricultor obtiver uma nova plantação de 2.000 plantas, ela deverá ter:

- 180 plantas com bulbos brancos ($0,09 \times 2000$)
- 840 plantas com bulbos creme ($0,42 \times 2000$)
- 980 plantas com bulbos amarelos ($0,49 \times 2000$)

A partir deste plantio, a proporção será sempre a mesma.

A nova frequência alélica será:

$$I = [2 \times 180 + 840] / 2 \times 2.000 = 0,3$$

$$i = [2 \times 980 + 840] / 2 \times 2.000 = 0,7$$

Com um loco apenas, basta uma geração de intercruzamentos para a população atingir o equilíbrio; com mais locos, o número de gerações para se atingir o equilíbrio é maior.

Exemplos de populações e frequências genotípicas

**Gado Holandês
preto e branco**

$VV = 100\%$

$Vv = 0\%$

$vv = 0\%$

**$V =$ pelagem
preta**

**$v =$ pelagem
vermelha**



Exemplos de populações e frequências genotípicas

Milho opaco

$O_2O_2 = 0\%$

$O_2o_2 = 0\%$

$o_2o_2 = 100\%$

$O_2 =$ baixo
teor de
lisina

$o_2 =$ alto teor
de lisina



Exemplos de populações e frequências genotípicas

Homem

AA = 98,495%

Aa = 1,5%

aa = 0,005%

**A = pigmentação
normal**

a = albinismo

