GENÉTICA DE POPULAÇÕES

Conceito geral de populações

Freqüências 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.*

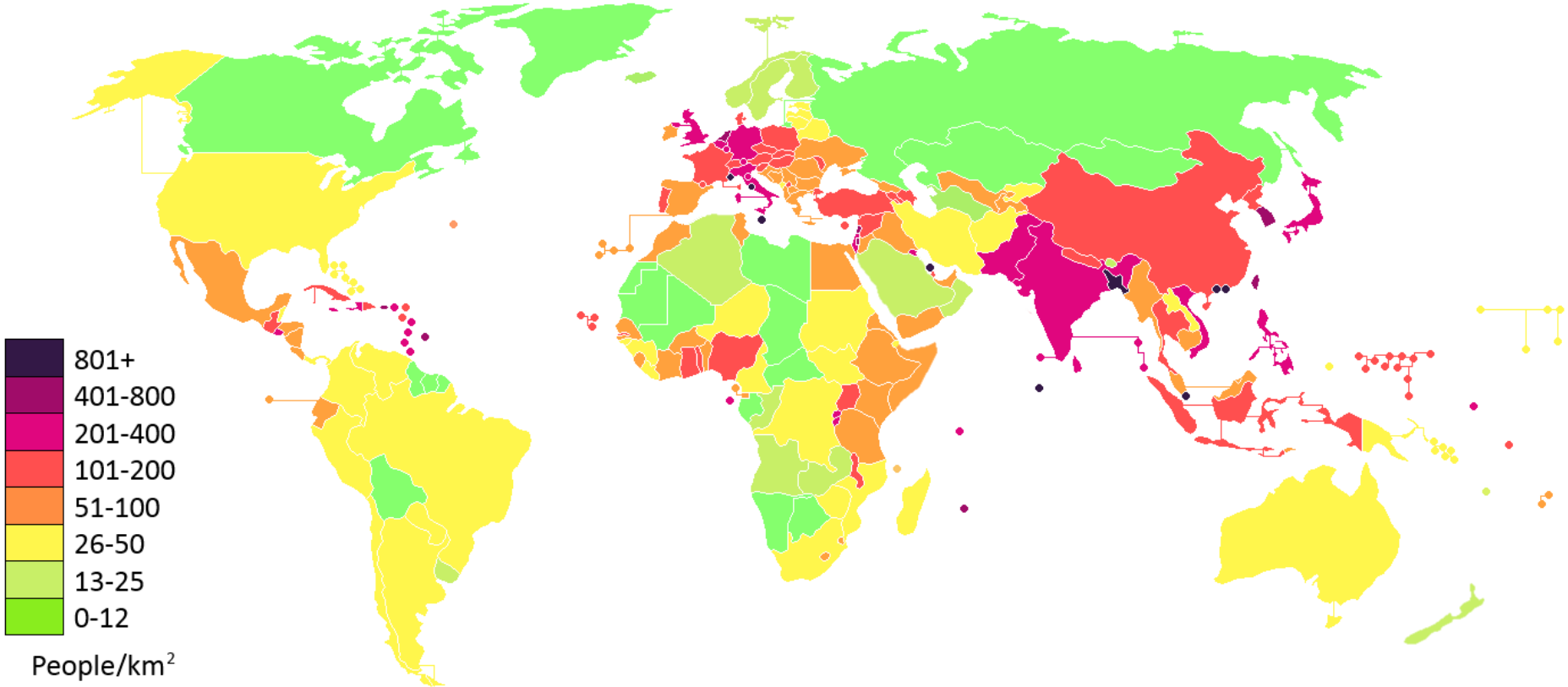
População de peixes num determinado lago

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.

***Freqüência genotípica* => proporção dos diferentes genótipos na população.**

***Freqüência 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 freqüência genotípica.

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

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

Qual a freqüência 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:

100 plantas de bulbos brancos = n1 genótipos II

1.000 plantas de bulbos creme = n2 genótipos Ii

900 plantas de bulbos amarelos = n3 genótipos ii

De tal forma que: n1 + n2 + n3 = N (número total de indivíduos)

N = 2.000

A freqüência genotípica será:

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

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

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

Freqüências alélicas ou gênicas:

II = n1 = 100

Ii = n2 = 1.000

ii = n3 = 900

Freqüência de I = p

Freqüência de i = q

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

ii = n3 = 900

$$f(I) = p = \frac{2x100 + 1.000}{2x2.000} = 0,3$$

$$f(i) = q = \frac{2x900 + 1.000}{2x2.000} = 0,7$$

Pelas freqüências 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

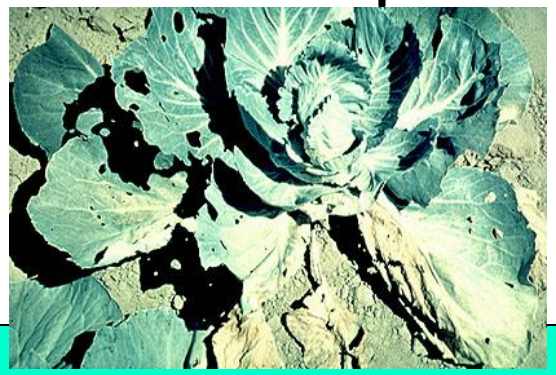
F2: SS Ss ss

25% 50% 25%

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

ss -> susceptível

SS
Ss
} resistentes



Ataque de *Fusarium*

Qual a freqüência 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 → gametas $\begin{cases} S = p \\ s = q \end{cases}$

Plantas SS -> só gametas S

Plantas Ss -> gametas $\frac{1}{2}$ S
$\frac{1}{2}$ s

Plantas ss -> só gametas s

Portanto, entre todos os gametas formados, temos:

→ f(S) = p = D + 1/2H

→ f(s) = q = R + 1/2H

---

p + q = 1

D + H + R = 1

Logo, na nova população as freqüências genotípicas serão:

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

genótipos	freqüência na segunda população
SS	$D1 = p^2$
Ss	$H1 = 2pq$
ss	$R1 = q^2$

$$\boxed{p^2+2pq+q^2 = 1}$$

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 freqüências 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 freqüências 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	D2 = p^2
Ss	H2 = 2pq
ss	R2 = q^2

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

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

➔ **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 freqüências 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 freqüência alélica estimada foi: I = 0,3 (p)
i = 0,7 (q)

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

Genótipos	Freqüência genotípica
II	$p^2 = (0,3)^2 = 0,09$ (9%)
Ii	$2pq = 2(0,3 \times 0,7) = 0,42$ (42%)
ii	$q^2 = (0,7)^2 = 0,49$ (49%)

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

- 180 plantas com bulbos brancos (0,09 x 2000)
- 840 plantas com bulbos creme (0,42 x 2000)
- 980 plantas com bulbos amarelos (,049 x 2000)

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

A nova freqüência alélica será:

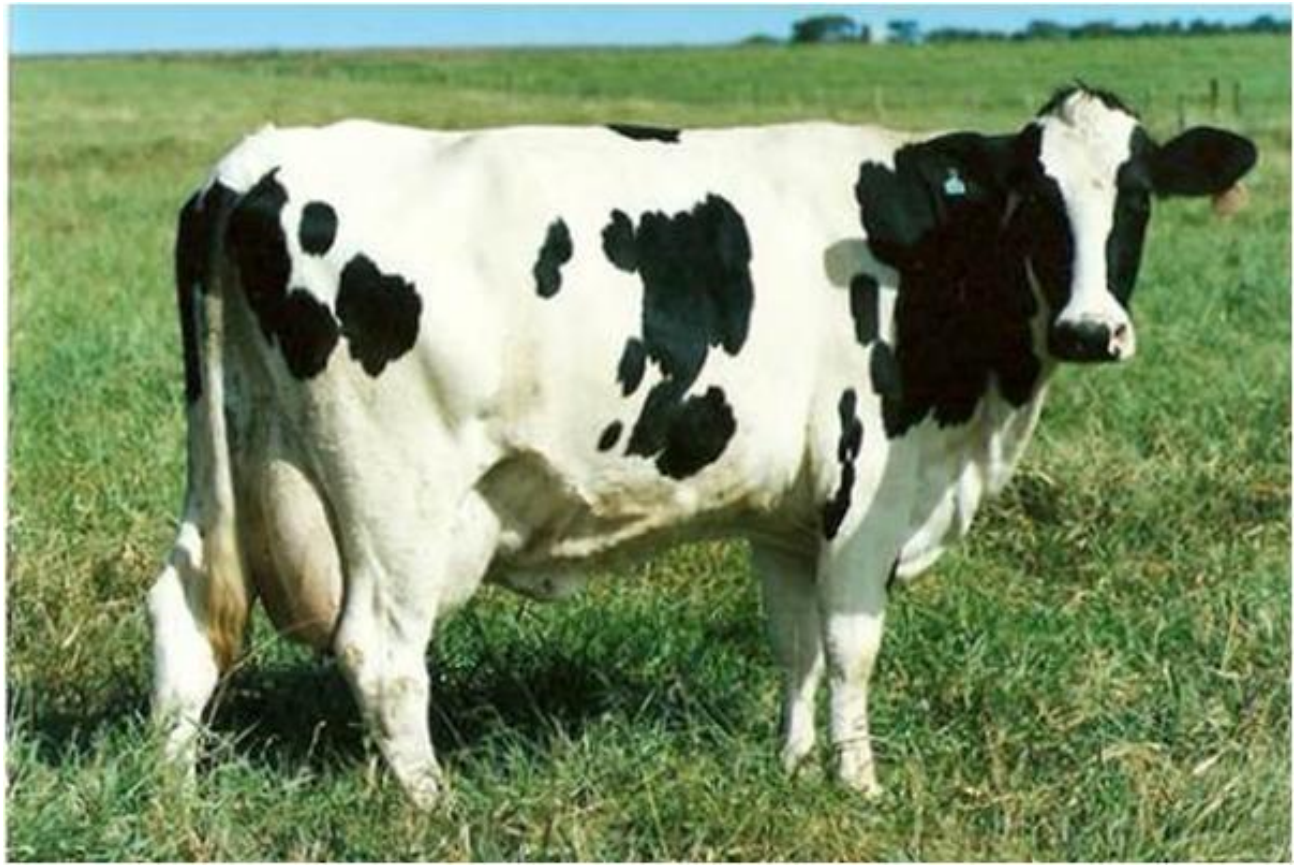
I = [2x180 + 840]/2x2.000 = 0,3

i = [2x980 + 840]/2x2.000 = 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 freqüências genotípicas

Gado Holandês preto e branco
VV = 100%
Vv = 0%
vv = 0%
V = pelagem preta
v = pelagem vermelha



Exemplos de populações e freqüências 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 freqüências genotípicas

Homem
AA = 98,495%
Aa = 1,5%
aa = 0,005%
A = pigmentação normal
a = albinismo