MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
MELHORAMENTO ANIMAL

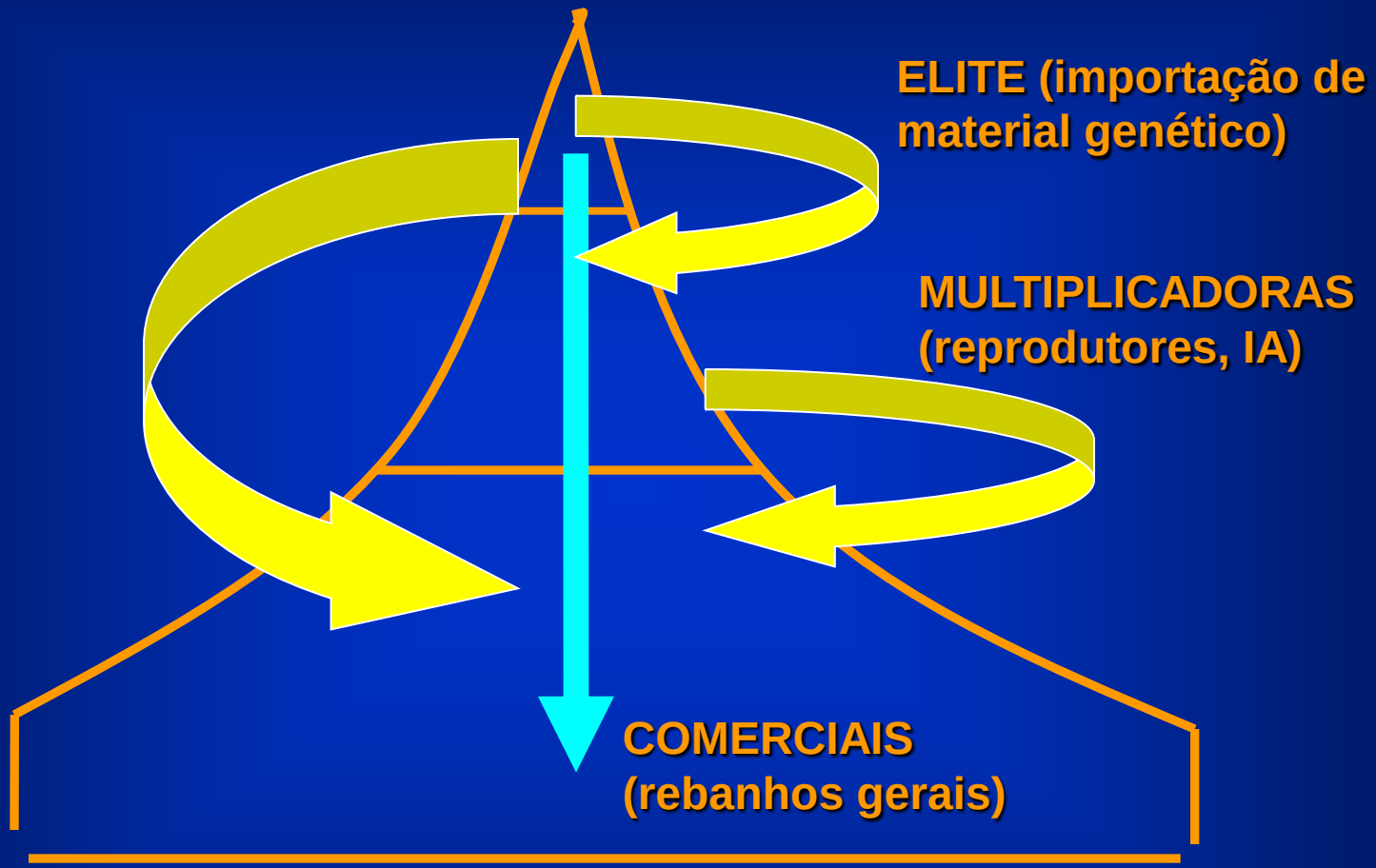
Genética de Populações

COMO SE CONSEGUE ATINGIR OS OBJETIVOS DO MA?

ONDE DEVEM SER APLICADAS AS FERRAMENTAS DE MA?

Populações Animais: modificações nas freqüências dos genes

FLUXO DE GENES



3. GENÉTICA DE POPULAÇÕES

3.1. CONCEITOS:

- É o estudo da dinâmica dos genes nas populações;
- Os genes de uma população têm continuidade de geração em geração;
- Um indivíduo recebe uma amostra dos genes de cada um dos seus progenitores, contidos nos gametas que lhe deram origem;
- Os processos de SEGREGAÇÃO e RECOMBINAÇÃO apresentam como a base biológica a meiose: o que se herda são novas combinações de genes.

- **POPULAÇÃO:**
- **Grupo de indivíduos que se reproduzem;**
- **Comunidade reprodutiva que compartilham um patrimônio genético.**

- **PATRIMÔNIO GENÉTICO:**
- **Pool de genes;**
- **Os genes (DNA) que passam de uma geração à seguinte, e que se encontram nos cromossomos de todos os indivíduos da população;**
- **Material básico com que os geneticistas tem que trabalhar.**

- **Exemplos :**

  - A raça Corriedale (ovinos);

  - Os bovinos leiteiros da bacia de Pelotas;

  - Búfalos da raça Mediterrânea no RS.

O que CARACTERIZA essas populações?

- **Os membros compartilham do mesmo PATRIMÔNIO genético e que existe a possibilidade de acasalamentos entre os indivíduos.**
- **O tamanho da população pode variar;**
- **Também pode variar o grau de isolamento genético entre diferentes populações ou sub-populações.**

Para o M.A. é necessário definir qual é a população que se quer melhorar geneticamente, a fim de planejar estratégias corretas de seleção e disseminação do ganho genético na população.

3.2. FREQUÊNCIA DOS GENES NAS POPULAÇÕES

Os parâmetros que se utilizam para descrever uma população são:

- **FREQUÊNCIAS FENOTÍPICAS:** ocorrência relativa dos diferentes fenótipos;

- **FREQUÊNCIAS GENOTÍPICAS:** ocorrência relativa dos diferentes genótipos;

- **FREQUÊNCIAS GÊNICAS OU ALÉLICAS:** ocorrência relativa dos alelos.

FREQUÊNCIAS FENOTÍPICAS

- **Shorthorn ⇒ vermelho 50 rosilho 40 branco 10**

Total: 100 animais

f (vermelho) = 50/100 = 0,5
f (rosilho) = 40/100 = 0,4
f (branco) = 10/100 = 0,1

Soma das f = 1,0

- **Hereford ⇒ mocho 75 aspado 25**

Total: 100 animais

f (mocho) = 75/100 = 0,75
f (aspado) = 25/100 = 0,25
Soma das f = 1,0

FREQUÊNCIAS GENOTÍPICAS

- **Shorthorn ⇒ VV 50 VB 40 BB 10**

Total: 100 animais

f (VV) = 50/100 = 0,5
f (VB) = 40/100 = 0,4
f (BB) = 10/100 = 0,1

Soma das f = 1,0

- **Hereford ⇒ MM ou Mm = 75 mm = 25**

Neste caso não podemos calcular as freqüências genotípicas nem as gênicas diretamente.

USAREMOS A LEI DE HARDY-WEINBERG

FREQUÊNCIAS GÊNICAS OU ALÉLICAS

- **Shorthorn ⇒ alelos V e B**

$f(V) = f(VV) + \frac{1}{2} f(VB)$ $\qquad$ $f(B) = f(BB) + \frac{1}{2} f(VB)$

$0,5 + \frac{1}{2}\, 0,4 = 0,7$ $\qquad$ $0,1 + \frac{1}{2}\, 0,4 = 0,3$

FREQUÊNCIA GÊNICA NOS ALELOS MÚLTIPLOS

- Em um determinado locus, podem estar localizados mais de dois alelos. Por exemplo, tipo sanguíneo em humanos (A, B e O);
- Chamaremos as respectivas freqüências de p, q e r;
- As freqüências genotípicas seguem a Lei de H-W, ou seja, pela expressão $(p + q + r)^2$;
- Se conhecem 4 fenótipos, apesar de 6 genótipos possíveis, com as seguintes freqüências:

Fenótipo	Genótipo	Freq. Esperada	Observados	
			Número	Porcentagem
A	AA	p^2	699	37,8
	AO	2 pr		
B	BB	q^2	259	14
	BO	2 qr		
AB	AB	2 pq	83	4,5
O	OO	r^2	808	43,7

- **Cálculos:**

- **$r = \sqrt{O} = \sqrt{0,437} = 0,66$**

- **q calcula-se da forma indireta:**
  $(p + r)^2 \Rightarrow \sqrt{A} + O = p + r = \sqrt{0,378} + 0,437 = 0,90$
  Sabemos que $p + q + r = 1 \Rightarrow 1 - q = p + r = 0,90$
  $q = 0,10$

- **p calcula-se pela diferença:**
  $p + q + r = 1 \Rightarrow 1 - 0,10 - 0,66 = p = 0,24$

3.3. CAUSAS DAS MUDANÇAS NAS FREQUÊNCIAS GÊNICAS NAS POPULAÇÕES

• **MUTAÇÃO:** ocorre durante o processo de duplicação de um gene. Surge um novo alelo. Pode ser por:

- Perda de uma base;
- Inserção de uma base;
- Substituição de uma base.

• **MUTAÇÃO NÃO RECORRENTE:** evento raro

Por exemplo, uma população constituída apenas por indivíduos AA. Supondo que o gene A mute para o alelo a, havendo, portanto, apenas um indivíduo Aa na população. Se este não se acasalar, o alelo a se perde. Se acasalar e produzir um descendente, a probabilidade de que o alelo desapareça é ½; para 2 descendentes ¼; para 3 descendentes 1/8 e assim sucessivamente.

- **MUTAÇÃO RECORRENTE:** processo mutacional repetido.

  O evento ocorre regularmente e com freqüência característica. A freqüência do mutante não é tão pequena que possa ser perdido por amostragem.

  De uma maneira geral as mutações são reversíveis, isto é, se produzem em ambos os sentidos.

  A maioria das mutações são recessivas e prejudiciais para o organismo. Algumas podem ser benéficas, porém estas não são freqüentes.

- As mutações por si só, como forças de mudança da freqüência gênica são de pouca importância. Porém, no processo evolutivo das espécies, em milhões de anos, tem papel muito importante como origem de variação genética.

- O descobrimento de uma nova mutação depende muito se ela for dominante ou recessiva em sua expressão. Se é DOMINANTE é reconhecida imediatamente. Ex.: caráter mocho dos bovinos.

- **MIGRAÇÃO: genes que provêm de outras populações e que se incorporam à população.**

  Ocorre através do deslocamento de indivíduos, sêmen ou embriões, em nível internacional é conhecido como importação de material genético. Dentro de um país ocorre migração quando se transporta um animal de uma região para outra.

- **Exemplo: Um criador possui um rebanho de 1000 vacas aspadas, que tem genótipo mm. Portanto a freqüência do alelo m=1. Decide utilizar touros mochos homozigotos como pais, cujo genótipo é MM. A próxima geração será 100% Mm. A freqüência do alelo m passou de 1 para 0,5 e a do alelo M passou de 0 para 0,5.**

- **A migração é uma ferramenta relativamente poderosa para causar mudanças na composição genética de uma população, de uma geração à outra.**

- **A migração tem sido um processo muito importante para as mudanças da composição genética das populações de Bovinos, Ovinos, Suínos, Aves e Eqüinos no Brasil.**

- **Absorção ou Cruzamentos Absorventes: basicamente é um processo de migração de genes de outras populações, com integração dos mesmos ao patrimônio genético das populações locais.**

- **Atualmente, a mudança nas freqüências gênicas, através da migração, encontra-se facilitada pelos processos de amplificação reprodutiva, principalmente I.A., T.E., FIV.**

- **SELEÇÃO:** É uma escolha dos animais que serão progenitores da próxima geração.

- **SELEÇÃO NATURAL:** Através da sobrevivência e reprodução dos animais melhor adaptados ao ambiente.

- **SELEÇÃO ARTIFICIAL:** Realizada pelo criador, que decide com base em alguns critérios, quais animais vão se reproduzir e qual será o número de filhos que estes animais terão. Alguns animais vão contribuir muito à seguinte geração, outros menos e outros nada, pois são eliminados totalmente da reprodução.

A Seleção é uma das ferramentas que o criador possui para efetuar mudanças permanentes na produtividade das populações, através das mudanças nas freqüências gênicas.

- **DERIVA GENÉTICA: Quando uma população é muito pequena, permite que se produzam, por oportunidade ou por amostragem, mudanças importantes nas freqüências gênicas, influindo assim na produtividade média da população.**

- **O número de animais com que se trabalha é muito importante no Melhoramento Animal, o que geralmente se expressa como " a qualidade sai da quantidade" .**

- **Quanto mais animais se tem para REPRODUZIR, maiores serão as chances de obter novas e melhores cominações de genes nos animais que nascem.**

- **Ao ter maior quantidade de animais, as oportunidades para praticar a seleção serão maiores, ou seja, os animais selecionados poderão ser muito superiores à média da população e produzir descendência também melhor.**

- **A deriva genética tem importância na diferenciação das populações (raças, variedades) sujeitas a amostragem devido ao seu tamanho limitado. Para evitar as mudanças nas freqüências gênicas, não dirigidas e que podem causar conseqüências indesejáveis, é recomendável trabalhar com populações de tamanho grande.**

- **Desta maneira, não se perderão por deriva genética, genes que podem ser importantes para futuras gerações.**

3.4. EQUILÍBRIO DE HARDY-WEINBERG

LEI DE HARDY-WEINBERG: conceitos fundamentais sobre a distribuição dos alelos nas populações, publicados em 1908 pelo matemático inglês Hardy e o médico alemão Weinberg:

A. Em uma população de tamanho grande onde os indivíduos acasalam-se ao acaso, sem mutação, sem migração e sem seleção, **AS FREQUÊNCIAS GÊNICAS E GENOTÍPICAS PERMANECEM CONSTANTES DE GERAÇÃO EM GERAÇÃO (equilíbrio);**

B. Se p e q são as freqüências gênicas dos alelos A e a de modo que p + q = 1, as freqüências genotípicas em uma população em equilíbrio são: p^2, 2pq e q^2;

- **Freqüências gênicas:**

$$f(A) = p \qquad f(a) = q$$

- **Freqüências genotípicas:**

$$f(AA) = p^2 \qquad f(Aa) = 2pq \qquad f(aa) = q^2$$

C. Se uma população não se encontra em equilíbrio de Hardy-Weiberg, basta uma geração de acasalamentos ao acaso (sem mutação, migração ou seleção) para estabelecer-se o equilíbrio.

- **Exemplo 1: SEM DOMINÂNCIA**

Uma população de bovinos Shorthorn tem freqüências gênicas f(V) = 0,5 e f(B) = 0,5

Quais são as freqüências genotípicas no equilíbrio de H-W?

p = 0,5 e q = 0,5 **$f(VV) = p^2$** **$f(VB) = 2pq$** **$f(BB) = q^2$**

$f(VV) = (0,5)^2 = 0,25$

$f(VB) = 2\ (0,5)\ (0,5) = 0,5$

$f(BB) = (0,5)^2 = 0,25$

- **Tanto as freqüências gênicas quanto as genotípicas somam 1.**

- **Exemplo 2: COM DOMINÂNCIA**

- **Uma população suína tem uma incidência de paralisia de 16 indivíduos a cada 10.000 nascimentos.**

Quais são a freqüência de animais portadoras do gene da paralisia?

- **$f(dd) = q^2 = 16/10000 = 0,0016 \Rightarrow f(d) = q = \sqrt{0,0016} = 0,04$**

- **$p + q = 1 \Rightarrow 1 - 0,04 = 0,96$**
- **$p = 0,96$**
- **$f(Dd) = 2(0,96)(0,04) = 0,0768$**

- **Dos indivíduos da população 7,68% são portadores do gene da paralisia (heterozigotos)**

- **Exemplo 3: VERIFICAR SE ESTÁ OU NÃO EM EQUILÍBRIO H-W**

- **Deve-se comparar as freqüências genotípicas reais com as esperadas sob condição de equilíbrio (p^2, 2pq, q^2) .**

POPULAÇÃO 1	POPULAÇÃO 2
AA = 50	AA = 64
Aa = 20	Aa = 32
aa = 30	aa = 4

P1:

f(AA) = 50/100 = 0,5

f(Aa) = 20/100 = 0,2

f(aa) = 30/100 = 0,3

f(A) = 0,5 + ½(0,20) = 0,60 (p)

f(a) = 0,3 + ½(0,20) = 0,40 (q)

As freqüências esperadas, se a população está em equilíbrio H-W, são:

$f(AA) = p^2 = (0,60)^2 = 0,36$

$f(Aa) = 2pq = 2(0,60)(0,40) = 0,48$

$f(aa) = q^2 = (0,40)^2 = 0,16$

Comparando as Freq. Observadas com as Freq. Esperadas, conclui-se que a população **NÃO** está em equilíbrio.

P2:

$f(AA) = 64/100 = 0,64$

$f(Aa) = 32/100 = 0,32$

$f(aa) = 4/100 = 0,04$

$f(A) = 0,64 + ½(0,32) = 0,8$ **(p)**

$f(a) = 0,04 + ½(0,32) = 0,2$ **(q)**

As freqüências esperadas, se a população está em equilíbrio H-W, são:

$f(AA) = p^2 = (0,80)^2 = 0,64$

$f(Aa) = 2pq = 2(0,80)(0,20) = 0,32$

$f(aa) = q^2 = (0,20)^2 = 0,04$

Comparando as Freq. Observadas com as Freq. Esperadas, conclui-se que a população **ESTÁ EM EQUILÍBRIO H-W**.