

Universidade Federal de Pelotas
FAEM - DZ
Curso de Zootecnia
Genética Aplicada à Produção Animal

**Ligação, permuta e mapas
genéticos: ligação e permuta
genética, estimativa da
frequência de permuta**

Após Mendel



Conseguir explicar a herança de vários caracteres



Pode-se observar em um exemplo



**Forma do fruto e tipo de
inflorescência em tomateiros
(redondo e simples dominantes)**

Rememorando



Cruzamento teste

O cruzamento teste é entendido como sendo o cruzamento entre um indivíduo (I) qualquer (homo ou heterozigoto) com outro em homozigose recessiva, para os genes envolvidos no controle do caráter em estudo.

Pode ser:

AA X aa

Aa X aa

aa X aa

Tabela 1 - Número de fenótipos obtidos no estudo da herança da forma do fruto e no tipo de inflorescência do tomateiro.

Fenótipos	Gerações				
	P1 (Yellow Pear)	P2 (Grape Cluster)	F1	F2	Cruzamento Teste
Redondo, simples			15	126	23
Redondo, composta		25		63	85
Alongado, simples	23			66	83
Alongado, composta				4	19
Total	23	25	15	259	210

Tabela 2 - Teste de X^2 dos resultados observados na F2 e no cruzamento teste, admitindo a ocorrência de distribuição independente .

	Geração F2			Cruzamento teste		
	FO	FE	Desvio	FO	FE	Desvio
Redondo, simples	126	145,7	- 19,7	23	52,5	- 29,5
Redondo, composta	63	48,6	14,4	85	52,5	32,5
Alongado, simples	66	48,6	17,4	83	52,5	30,5
Alongado, composta	4	16,1	-12,1	19	52,5	- 33,5
Total	259	259	$X^2 = 22,25^{**}$	210	210	$X^2 = 75,79^{**}$

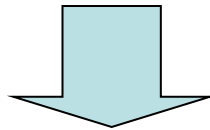
Meiose



Genes **deveriam segregar juntos**

**Se isso tivesse sido observado no
cruzamento teste seriam observados
apenas os fenótipos: **Paternos****

Contudo, surgiram descendentes portadores de fenótipos dos dois progenitores simultaneamente.



FENÓTIPOS RECOMBINANTES



Como isto ocorre?

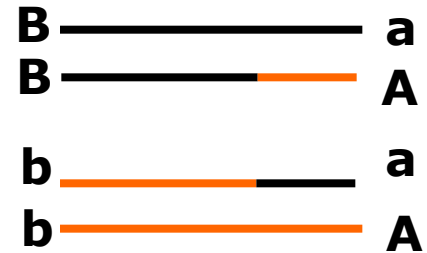
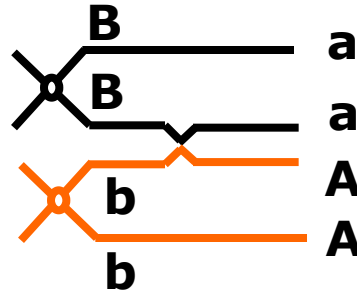
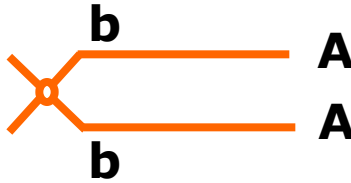
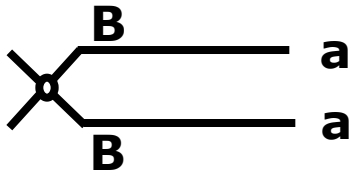
PERMUTA GENÉTICA

PERMUTA GENÉTICA



Permite a troca de segmentos homólogos de cromátides não irmãs

- quebra física e posterior reunificação de segmentos cromossômicos
 - evento com maior potencial para surgimento de variabilidade genética
 - diferenças fenotípicas entre indivíduos de uma progênie ou população



Representação da permuta genética mostrando os produtos meióticos parentais e recombinantes.

Quando os genes estão muito próximos no cromossomo



Não há separação



Ligação completa

Quando há permuta



Ligação parcial

Estimativa da frequência de recombinação (FR)

Não há permuta

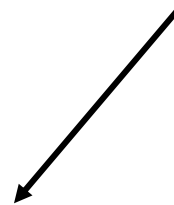


Gametas parentais

Há permuta



Gametas parentais e recombinantes



Em proporções iguais



Pressupõe-se que não ocorre permuta genética entre dois genes em todos os meiócitos, de modo que a frequência de gametas recombinantes é sempre $< 50\%$.

A estimativa de frequência de permuta pode ser obtida a partir da descendência:

 **De um cruzamento teste**

 **Da geração F_2**

$$\text{FR} = \frac{\text{Número de recombinantes}}{\text{Total de descendentes do cruzamento teste}} \times 100$$

Tabela 1 ou 2

Recombinantes	→	42 indivíduos
Total	→	210 indivíduos

$$\text{FR} = \frac{42}{210} \times 100 = 20\%$$

Descendência do cruzamento teste da Tabela 1.

Planta F1 Aa/aA

x

**Fruto alongado e inflorescência composta
aa/aa**



**Proporção fenotípica desses descendentes
equivale a proporção de gametas da F₁.**



**Assim a freq. de permuta estimada de 20%
correspondente aos gametas recombinantes.**

Sendo:

10% AB e 10% ab → **Recombinantes**

40% Ab e 40% aB → **Gametas paternais**

Bases cromossômicas da permuta

A permuta genética resulta da troca de partes entre cromátides não irmãs e portanto ela deve ocorrer quando os cromossomos homólogos estão pareados.



Prófase I da meiose

Prova citogenética da ocorrência da permuta

**Não é tão fácil como se pode
imaginar.**



**Só com cromossomos marcados poderemos
observar citologicamente a ocorrência de
permuta.**

Ex: O cromossomo 9 do milho



H.B. Creighton e B. McClintock

Mapa genético

Um mapa genético é um mapa de um cromossomo de uma espécie que mostra a posição relativa dos genes e/ou marcadores genéticos.

Para se construir um mapa genético leva-se em consideração dois fatores:

- 1) Os genes se encontram nos cromossomos em posição linear**
- 2) Quanto maior a taxa de recombinação gênica maior a distância entre os genes e vice-versa.**

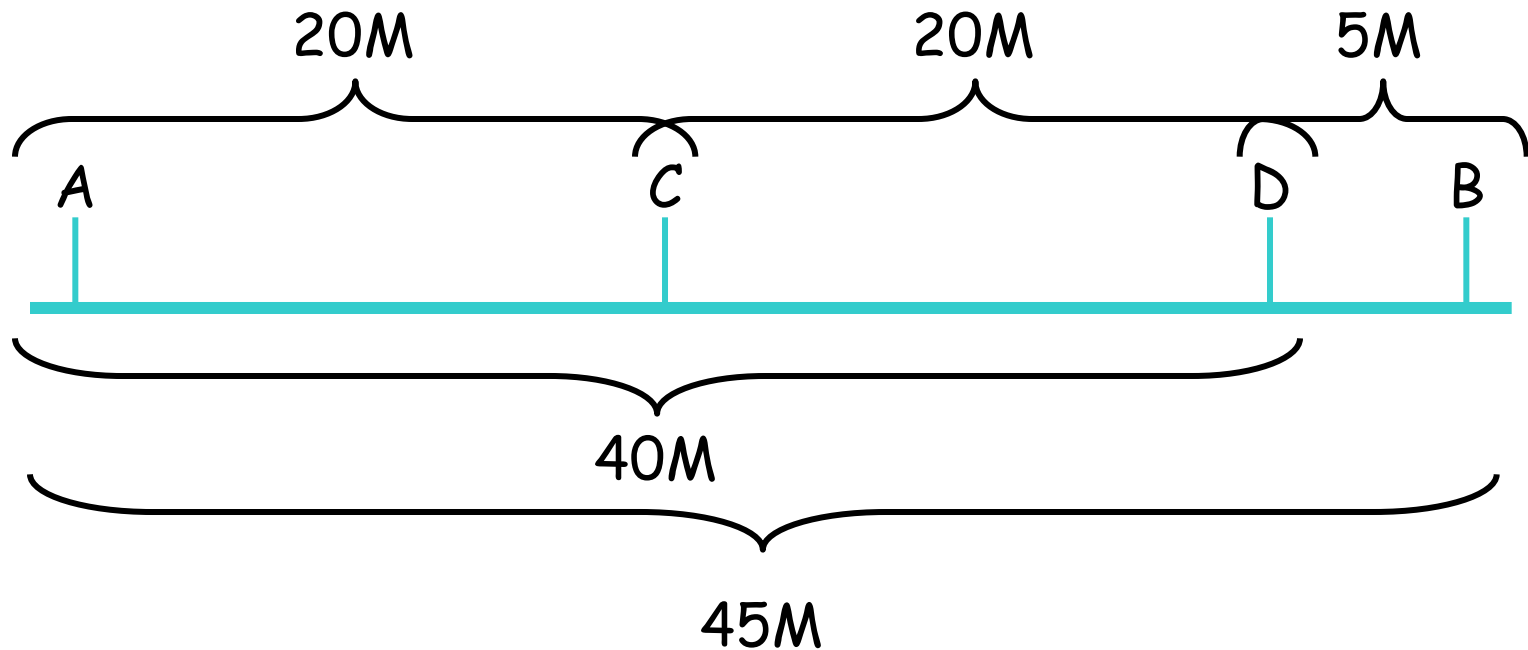
Mapeamento Genético

- Mapa genético ou cromossômico é a representação da posição dos genes no cromossomo.
- Está diretamente relacionada a taxa de crossing over.
- Unidades de Recombinação (U.R.) ou Morganídeos (M) são as unidades usadas para determinar a posição dos genes no cromossomo e correspondem a taxa de crossing over.
- Exemplo: Em um cromossomo há a seguinte frequência de recombinação entre os genes A, B, C e D:

A-B → 45% A-C → 20% C-B → 25%
B-D → 5% C-D → 20% A-D → 40%

Qual a posição desses genes no cromossomo?

Mapeamento Genético



A-B → 45%

B-D → 5%

A-C → 20%

C-D → 20%

C-B → 25%

A-D → 40%

Teste de três pontos

É um cruzamento teste para três genes



Existe a ocorrência de mais de uma permuta



Isto só será detectado se estiverem envolvidos três genes

Elaboração do mapa genético

A distribuição seqüencial dos genes ao longo dos cromossomos de uma espécie constitui o seu mapa genético.



A distância entre os genes corresponde à frequência de recombinação.

Emprego dos mapas genéticos

**Principal utilidade é possibilitar a
previsão do resultado de cruzamentos
quando estão envolvidos mais de dois
genes**



**Igualmente pode-se determinar qual a
posição seqüencial e distância entre os
genes**

Pleiotropia

- A pleiotropia constitui, de certo modo, um fenômeno inverso à interação gênica. Na pleiotropia, um único par de genes atua na manifestação de vários caracteres.
- **1 par de alelos** → **Múltiplos efeitos**

Correlação genética e seleção indireta

A correlação genética é um parâmetro estatístico que mede o grau de associação entre duas variáveis.

Vai ocorrer que a variação em uma característica modifica outra simultaneamente, positiva ou negativamente

Seleção indireta

**É praticada em um determinado caráter
para se obter ganho em outro**

Uso de marcadores moleculares