

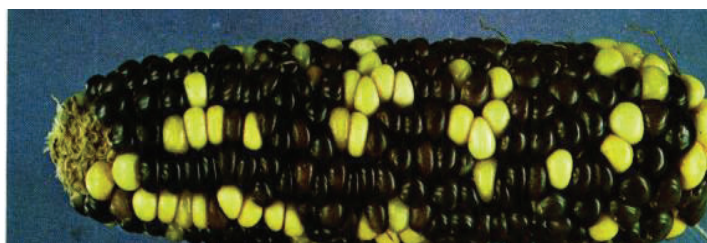
5ª Aula Prática

SEGREGAÇÃO DEPENDENTE - LIGAÇÃO E MAPA GENÉTICO I

Exercício I

A teoria cromossômica da herança postula que os genes estão situados nos cromossomos e nos permite afirmar que há vários genes localizados no mesmo cromossomo. As segregações de genes ligados, isto é, de genes situados no mesmo cromossomo, são diferentes daquelas observadas por Mendel. Na realidade, Mendel estudou caracteres cujos genes situavam-se em cromossomos diferentes e por esta razão mostravam segregação ao acaso durante a meiose.

Os procedimentos experimentais utilizados em *Drosophila melanogaster*, que foi o organismo estudado na época (por volta de 1910) para o estabelecimento dos conceitos de **ligação, permuta, recombinação e mapa genético**, podem ser perfeitamente aplicados para plantas e animais. Em milho, por exemplo, o loco C_1 (colored aleurone) controla a cor de aleurona e está localizado no cromossomo 9. Este loco possui vários alelos, três dos quais estão ilustrados neste capítulo. O alelo C_1 -I é dominante sobre todos os outros e produz aleurona incolor; o alelo C_1 , que produz aleurona colorida, embora seja recessivo em relação ao anterior, é dominante em relação a c_1 , que produz aleurona incolor.



Espiga de milho segregando para o loco C_1 .
Planta $C_1 c_1$ autofecundada gerou $\frac{3}{4}$ de C_1 _
(colorida) para $\frac{1}{4}$ de $c_1 c_1$ (incolor).

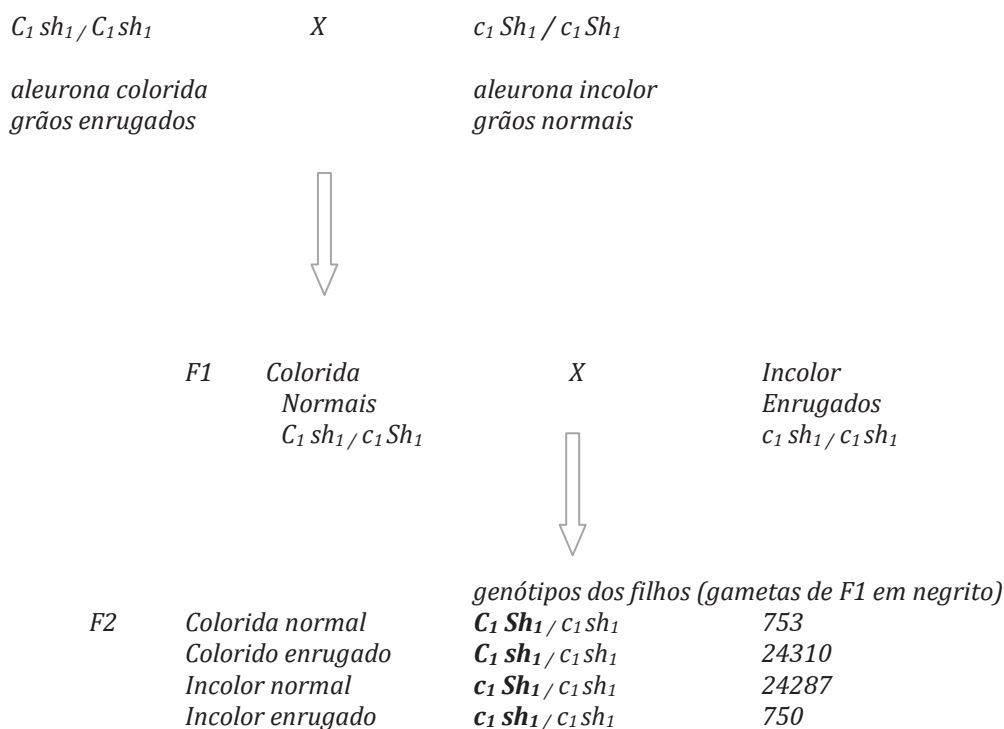


Espiga de milho segregando para o gene sh_1 : grãos inteiros são Sh_1 _; grãos colapsados (encolhidos) são $sh_1 sh_1$.

Uma linha pura (homozigótica) com aleurona colorida e grãos enrugados foi cruzada com uma linha pura com aleurona incolor e grãos normais (não enrugados), produzindo um F_1 com aleurona colorida e grãos normais. Para estimar a distância entre os dois locos, o F_1 foi subsequentemente cruzado com uma linhagem testadora e produziu a seguinte progênie:

Colorido normal	753
Colorido enrugado	24310
Incolor normal	24287
Incolor enrugado	750

a) Monte o esquema dos cruzamentos, determine os genótipos dos parentais, da F₁, da linhagem testadora e da progênie do cruzamento teste.



Os recombinantes são menos frequentes, portanto há ligação.

b) Determine a frequência de recombinação (valor c) e a distância entre os dois locos e a fase em que se encontra o F₁ (se repulsão ou associação).

$$\text{Valor } c = (753 + 750) / (753 + 750 + 24310 + 24287) = 1503 / 50100 = 0,03$$

$$\text{Distância entre } C_1 \text{ e } Sh_1 = 3 \%$$

Quando há ligação, as combinações parentais são sempre as mais frequentes nos gametas do heterozigoto ($C_1 sh_1$ e $c_1 Sh_1$). Neste cruzamento, nos gametas parentais, o alelo dominante de um loco está junto com o alelo recessivo do outro loco; portanto, por convenção, dizemos que o F₁ se encontra em repulsão.

c) Quais seriam as frequências esperadas de cada fenótipo resultante do cruzamento teste se a distância entre esses dois locos fosse de 130 u.m.?

Cálculo da frequência fictícia de recombinantes entre os dois locos com distância de 130 u.m.:

I) *Se o docente chegou a dar funções de mapeamento,*

$$FR = (1 - e^{-(d/50)}) / 2$$

$$FR = (1 - e^{-(130/50)}) / 2 = (1 - e^{-2,6}) / 2 = 0,463$$

em que FR = frequência de recombinantes; d = distância entre os genes; e e = base dos logaritmos naturais.

Haveria, pois, 0,463 de recombinantes, sendo 0,2315 de cada tipo; os parentais seriam $1 - 0,463 = 0,537$, sendo 0,2685 de cada tipo.

$C_1 Sh_1 / c_1 sh_1$	Colorido normal	$50100 \cdot 0,2315 = 11594,7$
$C_1 sh_1 / c_1 Sh_1$	Colorido enrugado	$50100 \cdot 0,2685 = 13455,3$
$c_1 Sh_1 / c_1 sh_1$	Incolor normal	$50100 \cdot 0,2685 = 13455,3$
$c_1 sh_1 / c_1 Sh_1$	Incolor enrugado	$50100 \cdot 0,2315 = 11594,7$

II) *Se o docente não entrou em funções de mapeamento, basta dizer que, com 130 u.m. de distância, os genes se comportariam quase que como se fossem independentes, produzindo aproximadamente $\frac{1}{4}$ de cada fenótipo, isto é, aproximadamente 12 525 sementes de cada tipo. Lembrar que a frequência de recombinantes jamais ultrapassa $\frac{1}{2}$, por maior que seja a distância entre os genes.*

Exercício 2

Duas variedades de milho apresentam a seguinte constituição genética:

Variedade Y	Variedade Z
plantas do tipo Ab/Ab	plantas do tipo aB/aB

Suponha que as condições **AA e BB** sejam vantajosas para o agricultor e que seja necessário, portanto, cruzar as duas variedades e obter a F_2 para criar uma variedade em que todas as plantas sejam **AB/AB**. Admita que os genes estejam ligados a uma distância de 10 u.m. (unidades de mapeamento ou centimorgans).

Responda:

a) Quantas sementes você teria que plantar para obter pelo menos 50 plantas do tipo desejado em F_2 ?

$Ab/Ab \times aB/aB$



$F_1 \quad Ab/aB$

Gametas Como há 10% de recombinantes, há 5% de cada tipo

AB	0,05
<i>ab</i>	<i>0,05</i>
<i>Ab</i>	<i>0,45</i>
<i>aB</i>	<i>0,45</i>



F_2

A frequência com que surgem AB/AB em F_2 é $0,05 \times 0,05 = 0,0025$

Por regra de três, se 50 sementes equivalem a 0,0025, então x sementes = 1,0000.

$x = 50 / 0,0025 = 20\ 000$ sementes teriam de ser plantadas para se obterem 50 do genótipo desejado.

b) Qual seria esse mesmo número se os genes não estivessem ligados? E se a ligação fosse do tipo **absoluto**?

Genes não ligados: Gametas gerados por $AaBb$: AB, ab, Ab e aB , com frequência de $\frac{1}{4}$ cada (2^{a} Lei de Mendel)

Frequência de $AABB = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 1/16$

Por regra de três, se 50 equivalem a $1/16$, então x sementes equivalem a $16/16$.

$x = 50 / (1/16) = 800$ sementes teriam de ser plantadas para se obterem 50 sementes $AABB$.

Ligação absoluta: não haveria recombinantes e não adiantaria plantar qualquer número que fosse de sementes.

c) Como você visualiza a importância do conhecimento da ligação no planejamento de trabalhos de melhoramento como o mencionado acima?

O conhecimento da ligação permite estimar a frequência com que genótipos desejados podem surgir e assim dimensionar o tamanho das populações totais a partir das quais obtê-los.

Exercício 3

Herança ligada ao sexo refere-se à herança de caracteres controlados por genes situados na região não homóloga do cromossomo sexual que é comum aos dois sexos (cromossomo X de mamíferos e certos insetos, tais como dípteros, ou cromossomo Z de aves e outros insetos, tais como lepidópteros). No homem, o daltonismo e a hemofilia são exemplos deste tipo de herança. Muitos dos caracteres onde se estudou originalmente o fenômeno de ligação (*linkage*), em *Drosophila* e no homem, eram controlados por genes situados no cromossomo X.

Suponha que fêmeas homocigóticas recessivas de *Drosophila* de fenótipos **v**, "vermillion" (olhos vermelhos) e **m**, "minute" (asas em miniatura), tenham sido cruzadas com machos selvagens (hemizigóticos) para ambos os caracteres. Admitindo-se que os caracteres **v** e **m** são ligados ao sexo e que a distância entre estes genes é de 3 centimorgans, quais serão as frequências esperadas dos genótipos e fenótipos se a geração F₁ for cruzada entre si?

Mapa: $\frac{v \quad m}{3 \text{ cM}}$

Cruzamento: $X^{vm} X^{vm} \times X^{++} Y$

Gametas: 100% de X^{vm} 50% de X^{++} 50% de Y



F₁ 50% fêmeas $X^{vm} X^{++}$ 50% de machos $X^{vm} Y$

F₂: Frequências para a população como um todo:

Gametas femininos	Gametas masculinos	
	X^{vm} 0,5	Y 0,5
X^{vm} 0,485	$X^{vm} X^{vm}$ 0,2425 vermillion minute	$X^{vm} Y$ 0,2425 vermillion minute
X^{++} 0,485	$X^{vm} X^{++}$ 0,2425 selvagem	$X^{++} Y$ 0,2425 selvagem
X^{v+} 0,015	$X^{v+} X^{vm}$ 0,0075 vermillion	$X^{v+} Y$ 0,0075 vermillion
X^{+m} 0,015	$X^{+m} X^{vm}$ 0,0075 minute	$X^{+m} Y$ 0,0075 minute
	$\frac{1}{2}$ fêmeas	$\frac{1}{2}$ machos

Entre as fêmeas, haverá 0,485 de vermillion minute; 0,485 de selvagem; 0,015 de vermillion; e 0,015 de minute.

Entre os machos, haverá 0,485 de vermillion minute; 0,485 de selvagem; 0,015 de vermillion; e 0,015 de minute.