# Esercizio 1.

Nel saggio a tre punti i cui risultati della F2 sono illustrati sotto, determinare:

1. I genotipi dei genitori e della F1.
2. L'ordine dei geni.
3. Le distanze di mappa relative.
4. Determinare anche il coefficiente di coincidenza e l'interferenza.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| + + + | DCO | 5 | + + c | 265 | $R_1$ |
| a b c | DCO | 3 | a b + | 273 | $R_2$ |
| + b c | $R_2$ | 223 | + b + | $P_1$ | 2207 |
| a + + | $R_2$ | 217 | a + c | $P_2$ | 2125 |

## 1. I genotipi dei genitori e della F1.

Identificare i genotipi parentali e i DCO (i meno frequenti)

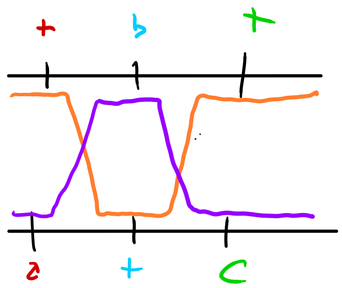
nei DCO rispetto ai parentali cambia solo il gene centrale "b"

$$\underset{P_1}{\frac{+\ b\ +}{+\ b\ +}} \times \underset{P_2}{\frac{a\ +\ c}{a\ +\ c}} \rightarrow \underset{F_1}{\frac{+\ b\ +}{a\ +\ c}}$$

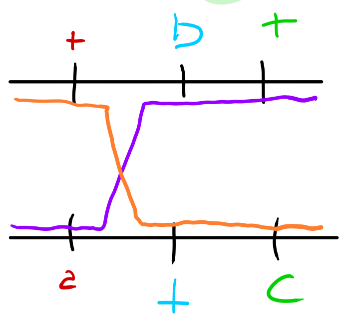
## 2. L'ordine dei geni.

possiamo dire che b è il gene centrale perché confrontando P e DCO è l'unico gene che varia.

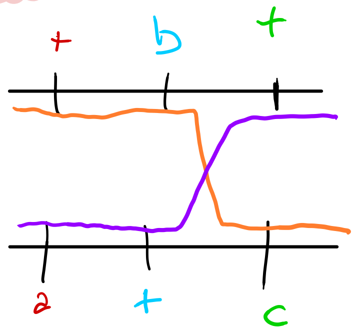
Conoscendo che b è il gene centrale possiamo scrivere i crossing-over che generano: DCO, $R_1$ ed $R_2$




DCO




$R_1$




$R_2$

## (3.) Le distanze di mappa relative.

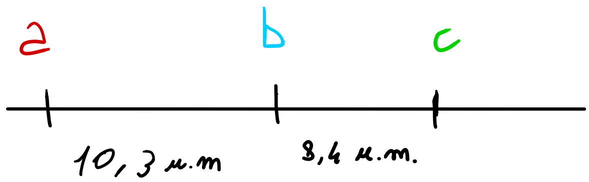
TOT individui: $5+3+223+217+265+273+2207+2125 = 5318$

Calcolo le FREQUENZE DI RICOMBINAZIONE:

$$f_{R_1} = \frac{\underbrace{265+273}_{R_1}+\underbrace{5+3}_{DCO}}{5318} = \frac{548}{5318} = 0{,}103$$

$$f_{R_2} = \frac{\underbrace{223+217}_{R_2}+\underbrace{5+3}_{DCO}}{5318} = \frac{448}{5318} = 0{,}084$$

$$\left.\begin{aligned} d_{a-b} &= f_{R1}\cdot 100 = 0{,}103\cdot 100 = 10{,}3 \text{ u.m.} \\ d_{b-c} &= f_{R_2}\cdot 100 = 0{,}084\cdot 100 = 8{,}4 \text{ u.m.}\end{aligned}\right\} \rightarrow 18{,}7$$




$$d_{a-c} = \frac{265+273+5+3+223+217+5+3^{*}}{5318}\cdot 100 = \frac{994}{5318}\cdot 100 = 18{,}7$$

* ricorda di considerare 2 volte i DCO

## (4.) Determinare anche il coefficiente di coincidenza e l'interferenza.

$$f_{DCO} \text{ osservati} = \frac{5+3}{5318} = 0{,}0015$$

$$f_{DCO} \text{ attesi} = \frac{d_{R_1}}{100}\cdot\frac{d_{R_2}}{100} = \frac{10{,}3}{100}\cdot\frac{8{,}4}{100} = 0{,}0086$$

$$= f_{R_1}\cdot f_{R_2} = 0{,}103\cdot 0{,}084 = 0{,}0086$$

$$C.C. = \frac{f_{DCO}\text{ osservati}}{f_{DCO}\text{ attesi}} = \frac{0{,}0015}{0{,}0086} = 0{,}174 \qquad i = 1-0{,}174 = 0{,}826$$

# Esercizio 2.

Nel fringuello del Mozambico, sono stati identificati tre geni autosomici associati (ciascuno con 2 alleli) che specificano:

*lunghezza del becco (B);* *colore del piumaggio (P);* *larghezza dello sterno (S)*

Fringuelli con il becco corto, piume blu e sterno largo sono stati incrociati con fringuelli con becco lungo, piume gialle e sterno stretto.
La **F1** risultante, costituita da fringuelli tutti con: becco lungo, piume blu e sterno largo è stata incrociata con fringuelli con *fenotipo recessivo* per tutti e 3 i loci.

La **F2** risultante dall'incrocio precedente è la seguente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *becco corto, piume blu e sterno stretto* | b P s | $R_2$ | 98 |
| *becco corto, piume gialle e sterno stretto* | b p s | DCO | 8 |
| *becco corto, piume blu sterno largo* | b P S | $P_1$ | 800 |
| *becco lungo, piume gialle e sterno stretto* | B p s | $P_2$ | 802 |
| *becco corto, piume gialle e sterno largo* | b p S | $R_1$ | 89 |
| *becco lungo, piume gialle e sterno largo* | B p S | $R_2$ | 93 |
| *becco lungo, piume blu e sterno stretto* | B P s | $R_1$ | 92 |
| *becco lungo, piume blu e sterno largo* | B P S | DCO | 10 |

1. Determinare i genotipi dei genitori parentali, l'ordine dei geni, le distanze di mappa, il coefficiente di coincidenza (c.c.) e l'eventuale interferenza (*i*).

2. Se individui della **F2** con *fenotipo dominante* per tutti e 3 i caratteri si incrociano tra di loro, si calcoli la probabilità di ottenere individui con piume gialle, becco lungo e sterno largo considerando l'interferenza pari a 0.

1. Determinare i genotipi dei genitori parentali, l'ordine dei geni, le distanze di mappa, il coefficiente di coincidenza (c.c.) e l'eventuale interferenza (*i*).

Basandoci sulla F1 è possibile dire

B → becco lungo   b → becco corto

P → piume blu   p → piume gialle

S → sterno largo   s → sterno stretto

Scriviamo i FENOTIPI dei parentali ed indichiamoli sulla tabella

$P_1$ → becco corto (b) piume blu (P) sterno largo (S)

$P_2$ → becco lungo (B) piume gialle (p) sterno stretto (s)

Confrontando i DCO con i parentali si vede che il gene centrale è B

Scriviamo il genotipo della F1:

becco lungo (B) piume blu (P) sterno largo (S) → $\dfrac{P\ \ b\ \ S}{p\ \ B\ \ s}$

La F1 viene incrociata con fringuelli tutti recessivi

$$\frac{P \quad b \quad S}{p \quad B \quad s} \quad \times \quad \frac{p \quad b \quad s}{p \quad b \quad s}$$

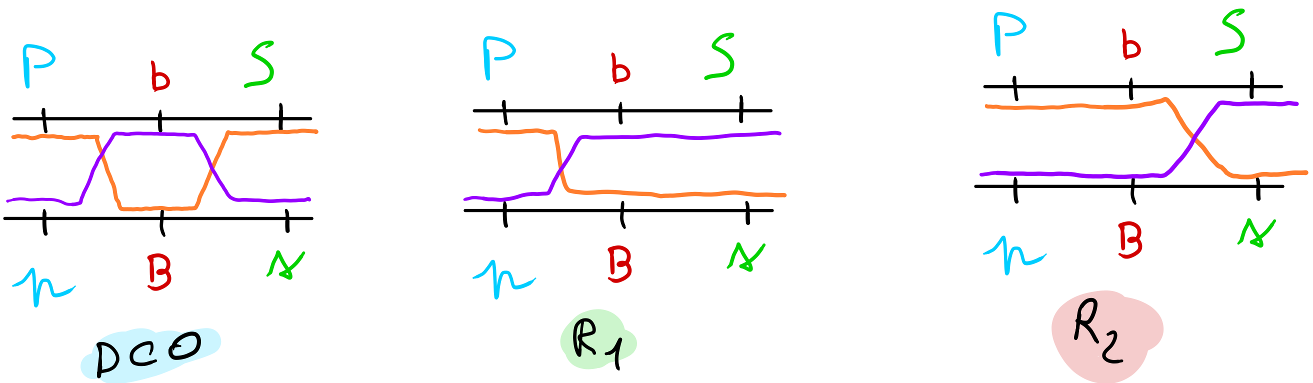
$F_1$ TRIPLO RECESSIVO

Dalla F1 (che è tutta uguale) si possono capire i genitori parentali:

$$\frac{P \quad b \quad S}{P \quad b \quad S} \qquad\qquad \frac{p \quad B \quad s}{p \quad B \quad s}$$

$P_1$ $P_2$

Dal genotipo della F1 troviamo $R_1$ ed $R_2$:



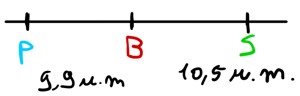

TOT individui = 98 + 8 + 800 + 802 + 89 + 93 + 92 + 10 = 1992

FREQUENZE DI RICOMBINAZIONE E DISTANZE DI MAPPA

$$fR_1 = \frac{92 + 89 + 8 + 10}{1992} = 0,099 \rightsquigarrow dR_{1(P-B)} = fR_1 \cdot 100 = 9,9 \text{ u.m.}$$

$$fR_2 = \frac{98 + 93 + 8 + 10}{1992} = 0,105 \rightsquigarrow dR_2(B-S) = fR_2 \cdot 100 = 10,5 \text{ u.m.}$$

20,4



COEFFICIENTE DI COINCIDENZA ED INTERFERENZA

$f_{DCO\ oss.} = \frac{3+10}{1332} = 0,0090$ $\qquad$ $c.c. = \frac{0,0090}{0,0104} = 0,865$ $\qquad$ $i = 1 - 0,865 = 0,135$

$f_{DCO\ att.} = \frac{d_{R_1}}{100} \cdot \frac{d_{R_2}}{100} = \frac{9,9}{100} \cdot \frac{10,5}{100} = 0,0104$

2. Se individui della **F2** con *fenotipo dominante* per tutti e 3 i caratteri si incrociano tra di loro, si calcoli la probabilità di ottenere individui con piume gialle, becco lungo e sterno largo considerando l'interferenza pari a 0.

Gli individui della F2 con fenotipo dominante sono PBS (DCO) che sull'altro cromosoma hanno tutti alleli recessivi;

$$\underset{P_1}{\frac{P\,B\,S}{p\,b\,s}} \times \underset{P_2}{\frac{P\,B\,S}{p\,b\,s}} \longrightarrow P(pBS)$$

Si fa un quadrato di PUNNETT considerando P, R1, R2 e DCO

| ½ P1 / ½ P2 | PBS (P) | pbs (P) | Pbs (R1) | pBS (R1) | PBs (R2) | pbS (R2) | PbS (DCO) | pBs (DCO) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PBS (P) | | | | | | | | |
| pbs (P) | | $\cancel{\frac{pbs}{pbs}}$ | | $\frac{pBS}{pbs}$ ① | | $\cancel{\frac{pbS}{pbs}}$ | | $\cancel{\frac{pBs}{pbs}}$ |
| Pbs (R1) | | | | | | | | |
| pBS (R1) | | $\frac{pbs}{pBS}$ ② | | $\frac{pBS}{pBS}$ ③ | | $\frac{pbS}{pBS}$ ④ | | $\frac{pBs}{pBS}$ ⑤ |
| PBs (R2) | | | | | | | | |
| pbS (R2) | | $\cancel{\frac{pbs}{pbS}}$ | | $\frac{pBS}{pbS}$ ⑥ | | $\cancel{\frac{pbS}{pbS}}$ | | $\frac{pBs}{pbS}$ ⑦ |
| PbS (DCO) | | | | | | | | |
| pBs (DCO) | | $\cancel{\frac{pbs}{pBS}}$ | | $\frac{pBS}{pBs}$ ⑧ | | $\frac{pbS}{pBs}$ ⑨ | | $\cancel{\frac{pBs}{pBs}}$ |

$i = 1 - c.c. \Rightarrow c.c. = 1 - i = 1 - 0 = 1$

$c.c. = \frac{f_{DCO\ osservati}}{f_{DCO\ attesi}} \Rightarrow f_{DCO\ osservati} = c.c. \cdot f_{DCO\ attesi} = 1 \cdot \frac{d_{R1}}{100} \cdot \frac{d_{R2}}{100} = 1 \cdot \frac{9,9}{100} \cdot \frac{10,5}{100} = 0,001$

$$f_{R_1} = \frac{d_{P-B}}{100} - f_{DCO} = \frac{9,9}{100} - 0,001 = 0,098$$

$$f_{R_2} = \frac{d_{B-S}}{100} - f_{DCO} = \frac{10,5}{100} - 0,001 = 0,104$$

$$f_P = 1 - (0,098 + 0,104 + 0,001) = 0,797$$

1 e 2

$$P\left(\frac{rBS}{rbs}\right) = \frac{1}{2} \cdot f_{R_1} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_P = \frac{1}{2} \cdot 0,098 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,797 = \underbrace{0,0195 \times 2}_{0,039}$$

(perché si considera anche la combinazione 2 $\frac{rbs}{rBS}$)

3

$$P\left(\frac{rBS}{rBS}\right) = \frac{1}{2} \cdot f_{R_1} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_{R_1} = \frac{1}{2} \cdot 0,098 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,098 = 0,0024$$

4 e 6

$$P\left(\frac{rbS}{rBS}\right) = \frac{1}{2} \cdot f_{R_2} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_{R_1} = \frac{1}{2} \cdot 0,104 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,098 = 0,0025 \times 2 = 0,005$$

5 e 8

$$P\left(\frac{rBs}{rbS}\right) = \frac{1}{2} \cdot f_{DCO} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_{R_1} = \frac{1}{2} \cdot 0,001 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,098 = 2,45 \cdot 10^{-6} \times 2 = 4,9 \cdot 10^{-6}$$

7 e 9

$$P\left(\frac{rBs}{rbS}\right) = \frac{1}{2} \cdot f_{DCO} \cdot \frac{1}{2} \cdot f_{R_2} = \frac{1}{2} \cdot 0,001 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,104 = 2,6 \cdot 10^{-5} \times 2 = 5,2 \cdot 10^{-5}$$

$$P(rBS) = 0,039 + 0,0024 + 0,005 + 4,9 \cdot 10^{-6} + 5,2 \cdot 10^{-5} = 0,046$$

# Esercizio 3.

Nei pappagalli il gene del colore del becco (*B=becco nero* e *b=becco giallo*) dista **12u.m.** dal gene del colore delle piume (*P=piume blu* e *p=piume verdi*) e **22u.m.** da quello della forma della lunghezza della coda (*C=coda lunga* e *c=coda corta*).

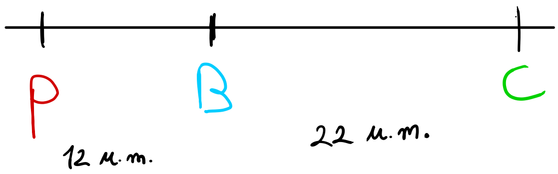
*B/b* è il gene centrale.

Considerando un incrocio tra pappagalli eterozigoti con fenotipo *piume blu*, *becco nero* e *coda lunga* (con *B/b* e *C/c* in accoppiamento ed *B/b* e *P/p* in repulsione) con pappagalli con fenotipo triplo recessivo:

1. Si determinino le frequenze delle classi fenotipiche risultanti, considerando un'interferenza dello 0,7[redacted].
2. Incrociando individui della **F2** (già posseduti) con fenotipo dominante con i triplo recessivi, che percentuale ci si aspetta di trovare di individui con fenotipo recessivo solo per il carattere *colore del becco*, considerando un coefficiente di coincidenza pari a 0,5?

1. Si determinino le frequenze delle classi fenotipiche risultanti, considerando un'interferenza dello 0,7[redacted].

Dalle distanze fornite scriviamo la mappa:




Le FREQUENZE DI RICOMBINAZIONE sono:

$$f_{R_1} = f_{P-B} = \frac{12\ u.m.}{100} = 0,12 \qquad f_{R_2} = f_{B-C} = \frac{22\ u.m}{100} = 0,22$$

$$i = 1 - c.c. = 0,7 \qquad c.c. = 1 - 0,7 = 0,3$$

$$c.c. = \frac{f_{DCO\ oss}}{f_{DCO\ att}} \longrightarrow f_{DCO\ oss} = f_{DCO\ att} \cdot c.c. = f_{R_1} \cdot f_{R_2} \cdot c.c = 0,12 \cdot 0,22 \cdot 0,3 = 0,008$$

$$f_{R_1\ oss} = f_{R_1} - f_{DCO\ oss} = 0,12 - 0,008 = 0,112$$

$$f_{R_2\ oss} = f_{R_2} - f_{DCO\ oss} = 0,22 - 0,008 = 0,212$$

$$f_{P\ oss} = 1 - (0,008 + 0,112 + 0,212) = 0,668$$

Basandoci su associazione e repulsione possiamo scrivere l'incrocio

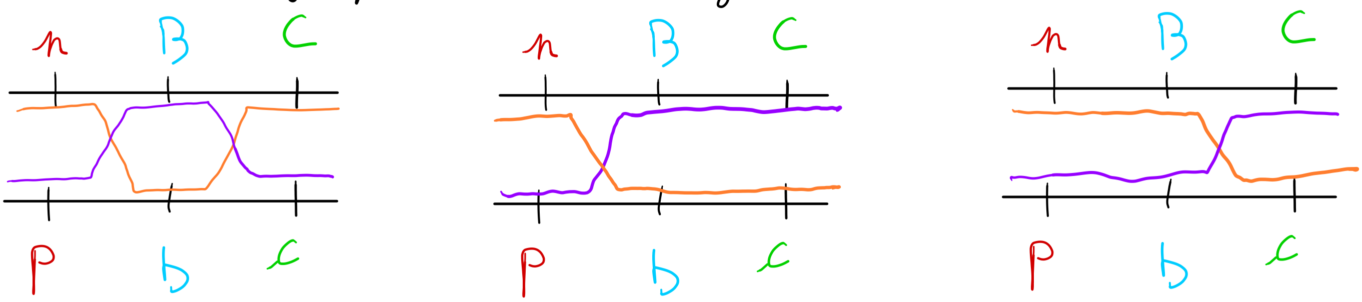
B/b e C/c sono in ACCOPPIAMENTO

B/b e P/p sono in REPULSIONE

$$\frac{p\ B\ C}{P\ b\ c} \times \frac{p\ b\ c}{p\ b\ c}$$

ETEROZIGOTI TRIPLO RECESSIVO

Per scrivere le classi fenotipiche si considera solo gli ETEROZIGOTI, perché i TRIPLO RECESSIVI non contribuiscono




DCO R1 R2

## Classi fenotipiche

$P_1 \to$ p B C

$P_2 \to$ P b c

DCO $\to$ p b C

DCO $\to$ P B c

$R_1 \to$ p b c

$R_1 \to$ P B C

$R_2 \to$ p B c

$R_2 \to$ P b C

tutti hanno il secondo cromosoma p b c

② Incrociando individui della **F2** (già posseduti) con fenotipo dominante con i triplo recessivi, che percentuale ci si aspetta di trovare di individui con fenotipo recessivo solo per il carattere *colore del becco*, considerando un coefficiente di coincidenza pari a 0,5?

Gli individui con fenotipo dominante della F2 sono $\frac{PBC}{pbc}$ ($R_1$)

L'incrocio sarà: $\underset{P_1}{\frac{P\ B\ C}{p\ b\ c}} \times \underset{P_2}{\frac{p\ b\ c}{p\ b\ c}}$ → che sia: P b C

| $\frac{1}{2} P_1$ \ $1 P_2$ | $pbc$ |
|---|---|
| $PBC_{P}$ | |
| $pbc_{P}$ | |
| $Pbc_{R_1}$ | |
| $pBC_{R_1}$ | |
| $PBc_{R_2}$ | |
| $pbC_{R_2}$ | |
| $PbC_{DCO}$ | $\frac{PbC}{pbc}$ |
| $pBc_{DCO}$ | |

$$C.C. = 0,5$$

$$f_{DCO} = f_{R_1} \cdot f_{R_2} \cdot C.C. = 0,12 \cdot 0,22 \cdot 0,5 = 0,013$$

$$f(PbC) = \frac{1}{2} \cdot f_{DCO} \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 0,013 \cdot 1 = 0,0066$$

# Esercizio 4.

In una razza di asini dell'isola di Sumatra, tre geni che specificano:

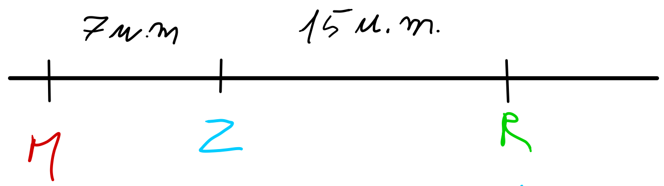
- Colore del mantello (*M=mantello marrone; m=mantello bianco*);
- Altezza dello zoccolo (*Z=zoccolo alto; z=zoccolo basso*);
- Forma delle orecchie (*R=orecchie dritte*; *r=orecchie ricurve*).

Distano in questo modo: $d_{M-Z} = 7u.m.$ $d_{Z-R} = 15u.m.$ dove *Z/z* è il gene centrale.

Asini maschi con *mantello marrone, zoccolo alto e orecchie ricurve* sono stati incrociati con femmine con *mantello bianco, zoccolo basso e orecchie dritte*. Le femmine della **F1**, tutta identica con *mantello marrone, zoccolo alto e orecchie dritte*, sono state incrociate con maschi *triplo recessivi*.

1. Indicare i genotipi dei **parentali** e della **F1**.
2. Indicare le classi fenotipiche della **F2** e le frequenze attese in assenza di interferenza.
3. Indicare la frequenza attesa degli individui triplo recessivi nella **F2** considerando un interferenza pari a *i=0,5*.

## 1. Indicare i genotipi dei **parentali** e della **F1**.




$P_1 \rightarrow$ mantello marrone zoccolo alto orecchie ricurve ♂
M Z r

$P_2 \rightarrow$ mantello bianco zoccolo basso orecchie dritte ♀
m z R

$F_1 \rightarrow$ mantello marrone zoccolo alto orecchie dritte
M Z R

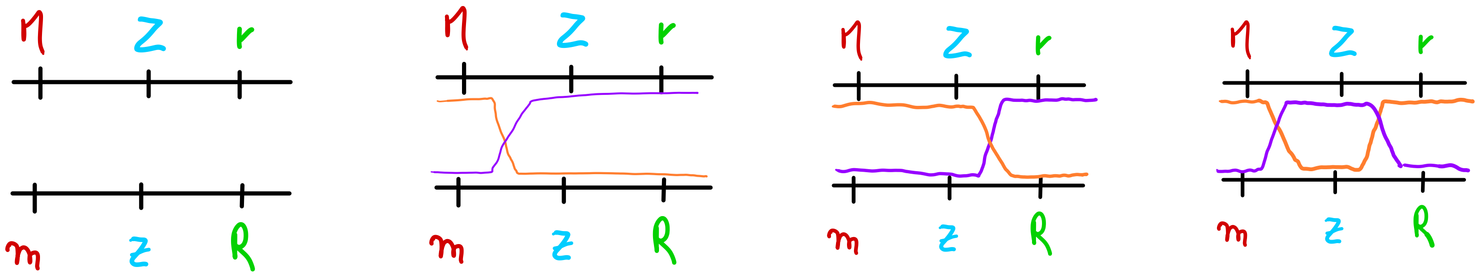
Se la F1 è tutta identica i Parentali sono omozigoti per i 3 geni, quindi possiamo scrivere i genotipi:

$$P_1 \times P_2 \rightarrow F_1 \Rightarrow \underset{P_1}{\frac{M\ Z\ r}{M\ Z\ r}} \times \underset{P_2}{\frac{m\ z\ R}{m\ z\ R}} \longrightarrow \underset{F_1}{\frac{M\ Z\ r}{m\ z\ R}}$$

$$F_1 \times \text{TRIPLO RECESSIVI} \longrightarrow \underset{F_1}{\frac{M\ Z\ r}{m\ z\ R}} \times \underset{\text{TRIPLO RECESSIVI}}{\frac{m\ z\ r}{m\ z\ r}}$$

2. Indicare le classi fenotipiche della **F2** e le frequenze attese in assenza di interferenza.

Per scrivere le classi fenotipiche della F2 consideriamo solo la F1 perché i triplo recessivi non contribuiscono:




P R1 R2 DCO

| GENOTIPO | CLASSE FENOTIPICA |
|---|---|
| M Z r | P |
| m z R | P |
| M z R | $R_1$ |
| m Z r | $R_1$ |
| M Z R | $R_2$ |
| m z r | $R_2$ |
| M z r | DCO |
| m Z R | DCO |

CALCOLIAMO LE f ATTESE in ASSENZA DI INTERFERENZA.

$i = 0 \longrightarrow cc = 1$

$$f\,DCO = f_{M-Z} \cdot f_{Z-R} \cdot c.c. = \frac{d_{M-Z}}{100} \cdot \frac{d_{Z-R}}{100} \cdot 1 =$$

$$= \frac{7}{100} \cdot \frac{15}{100} \cdot 1 = 0{,}07 \cdot 0{,}15 \cdot 1 = 0{,}0105$$

$$f\,R_1 = f_{M-Z} - f\,DCO = \frac{d_{M-Z}}{100} - f\,DCO = 0{,}07 - 0{,}0105 = 0{,}0595$$

$$f\,R_2 = f_{Z-R} - f\,DCO = 0{,}15 - 0{,}0105 = 0{,}1395$$

$$f\,P = 1 - (f\,DCO + f\,R_1 + f\,R_2) = 1 - (0{,}0105 + 0{,}0595 + 0{,}1395) = 0{,}7905$$

3. Indicare la frequenza attesa degli individui triplo recessivi nella **F2** considerando un interferenza pari a *i*=0,5.

$i = 0,5 \longrightarrow C.C. = 1 - 0,5 = 0,5$

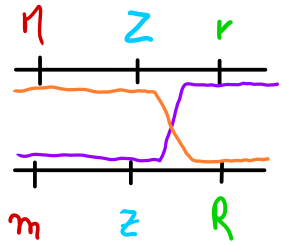
I triplo recessivi hanno genotipo: $\frac{m \; z \; r}{m \; z \; r}$ e sono i $R_2$.

Si deve considerare prima la $f_{DCO}$ con il nuovo C.C.:

$f_{DCO} = f_{M-Z} \cdot f_{Z-R} \cdot C.C. = 0,07 \cdot 0,15 \cdot 0,5 = 5,25 \cdot 10^{-3}$

$f_{R_2} = f_{Z-R} - f_{DCO} = 0,15 - 5,25 \cdot 10^{-3} = 0,14475$

A questo punto sappiamo la frequenza $R_2$, ma si deve considerare che la madre (F1) trasmette il cromosoma m z r. Infatti quando nella madre (F1) avviene la R2 abbiamo 2 cromosomi:




$\frac{1}{2}$ M Z R

$\frac{1}{2}$ m z r

L'altro genitore $\frac{m \; z \; r}{m \; z \; r}$ trasmette il cromosoma m z r con $P = 1$

$R_2$

$f(m \; z \; r) = \frac{1}{2} \cdot f R_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,14475 = 0,072$