

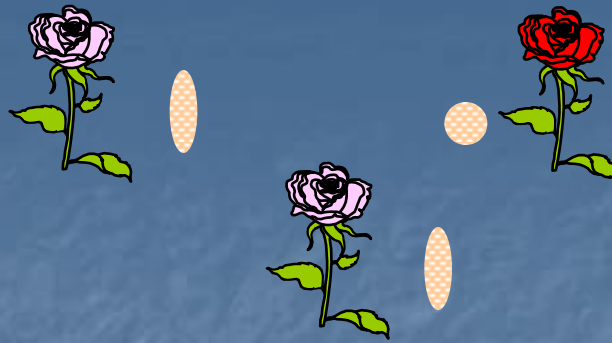
CCCTGTGGAGCCACACCCTAGGGTTGGCCA
ATCTACTCCCAGGAGCAGGGAGGGCAGGAG
CCAGGGCTGGGCATAAAAGTCAGGGCAGAG
CCATCTATTGCTTACATTTGCTTCTGACAC
AACTGTGTTCACTAGCAACTCAAACAGACA
CCATGGTGCACCTGACTCCTGAGGAGAAGT
CTGCCGTTACTGCCCTGTGGGGCAAGGTGA
ACGTGGATGAAGTTGGTGGTGAGGCCCTGG
GCAGGTGGTATCAAGGTTACAAGACAGGT
TTAAGGAGACCAATAGAAACTGGGCATGTG
GAGACAGAGAAGACTCTTGGGTTTCTGATA
GGCACTGACTCTCTCTGCCATTGGTCTAT
TTTCCCACCCTTAGGCTGCTGGTGGTCTAC
CCTTGGACCCAGAGGTTCTTTGAGTCCTTT
GGGGATCTGTCCACTCCTGATGCTGTTATG
GGCAAACCTAAGGTGAAGGCTCATGGCAAG
AAAGTGCTCGGTGCCCTTAGTGATGGCCTG
GCTCACCTGGACAACCTCAAGGGCACCTTT
GCCACACTGAGTGAGCTGCACTGTGACAAG
CTGCACGTGGATCCTGAGAACTTCAGGGTG
AGTCTATGGGACCCTTGATGTTTTCTTTCC
CCTTCTTTTCTATGGTTAAGTTCATGTCAT
AGGAAGGGGAGAAGTAAACAGGGTACAGTTT
AGAATGGGAAACAGACGAATGATTGCATCA
GTGTGGAAGTCTCAGGATCGTTTTAGTTTC
TTTTATTTGCTGTTCAATAAATGTTTTTC
TTTTGTTAATTCTTGCTTTCTTTTTTTTT
CTTCTCCGCAATTTTACTATTATACTTAA
TGCCTTAACATTGTGTATAACAAAAGGAAA
TATCTCTGAGATACATTAAAGTAACATAAA
AAAAAATTACACAGTCTGCCCTAGTACATT
ACTATTTGGAATATATGTGTGCTTATTGTC
ATATTATAATCTCCCTACTTTATTTTCTT
TTATTTTAAATTGATACATAATCATTATAC
ATATTTATGGGTAAAGTGTAATGTTTAA
TATGTGTACACATATTGACCAATCAGGGT
AATTTTGCAATTGTAATTTTAAAAATGCT
TCTCTCTTTAATAACTTTTTTGTATTATC
TTATTTCTAATACTTTCCCTAATCTCTTC
TTTCAGGGCAATAATGATACAATGTATCAT
GCCTCTTTGCACCATTCTAAAGATAACAG
TGATAATTTCTGGGTTAAGGCAATAGCAAT
ATTTCTGCATATAAATATTTCTGCATATAA
ATTGTAACGTGTAAGAGGTTTATATTG
CTAATAGCAGCTACAATCCAGCTACCATT
TGCTTTTATTTTATGGTTGGGATAAGGCTG
GATTATTCTGAGTCCAAGCTAGGCCCTTTT
GCTAATCATGTTTACACTCTTATCTTCT
CCCACAGCTCTGGGCAACGTGCTGGTCTG
TGTGCTGGCCATCACTTTGGCAAAGAATT
CACCCCAACGAGTGAGGCTGCCTATCAGAA
AGTGGTGGCTGGTGGCTAATGCCCTGGC
CCACAAGTATCACTAAGCTCGCTTTCTTGC
TGTCCAATTTCTATTAAAGGTTCTTTGTT
COCTAAGTCCAACCTACTAACTGGGGGATA
TTATGAAGGGCCTTGAGCATCTGGATTCTG
CCTAATAAAAAACATTTATTTTCATTGCAA
TGATGTATTTAAATATTCTGAATATTTT
ACTAAAAAGGGAATGTGGGAGGTCAGTGCA
TTTAAACATAAAGAAATGATGAGCTGTT
AAACCTTGGGAAAAATACACTATATCTTAA
CTCCATGAAGAAGGTGAGGCTGCAACCAG
CTAATGCACATTGGCAACAGCCCTGATGC
CTATGCCTTATTATCCCTCAGAAAAGGAT
TCTTGTAAGGCTTGATTTGCAGGTTAAAG
TTTTGCTATGCTGATTTTACATTACTTAT
TGTTTTAGCTGTCTCATGAATGCTTTTC

LIGAMIENTO

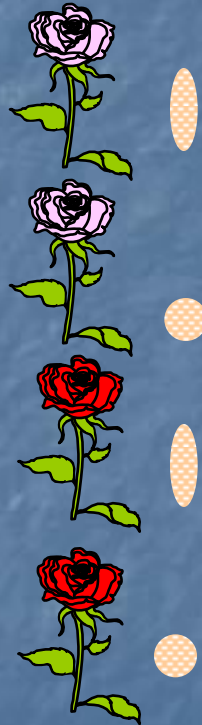
P

F₁

F₂



W. Bateson y
R. C. Punnett (1906)



Observado

Esperado

296

240

19

80

27

80

85

27

427

427

Morgan (*D. melanogaster*)

color de ojos: pr^+ (rojos), pr (púrpura)

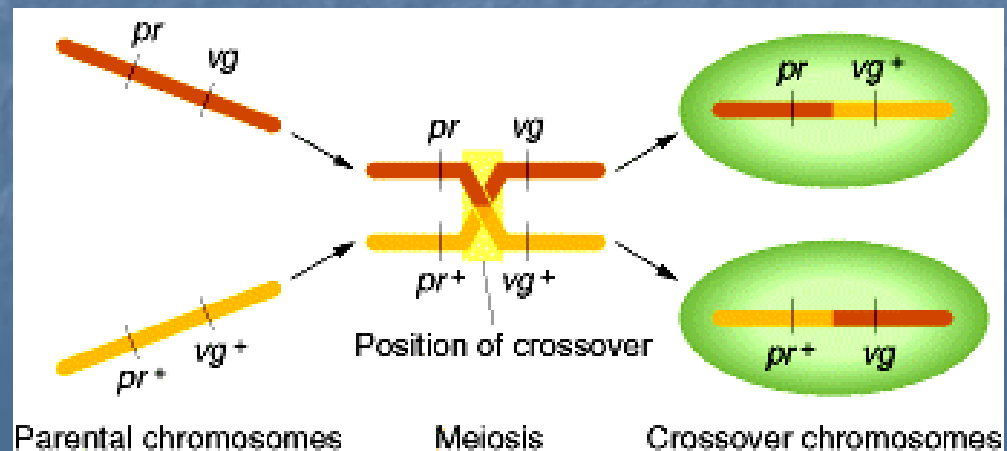
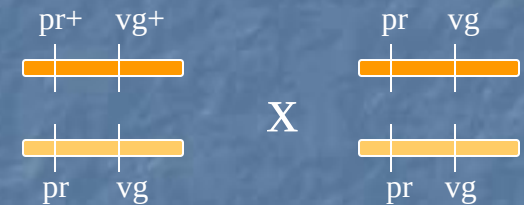
largo de alas: vg^+ (normal), vg (vestigial)

P : pr^+pr^+/vg^+vg^+ X $prpr/vgvg$

F1: pr^+pr/vg^+vg X $prpr/vgvg$

Gametos: pr^+vg^+ , pr^+vg , $prvg^+$, $prvg$

F2: pr^+pr/vg^+vg (rojos, normales)	= 1067 (parental)
$pr^+pr/vgvg$ (rojos, vestigiales)	= 157 (recombinante)
$prpr/vg^+vg$ (púrpuras, normales)	= 146 (recombinante)
$prpr/vgvg$ (púrpuras, vestigiales)	= 965 (parental)



Genes A y B en cromosomas diferentes (2^{da} Ley de Mendel)



AB

Ab

aB

ab

ab

F1: AaBb (Parental) 1
Aabb (Recombinante) 1
aaBb (Recombinante) 1
aabb (Parental) 1

50% FENOTIPO
PARENTAL
50% FENOTIPO
RECOMBINANTE

Genes A y B en el mismo cromosoma (Ligamiento)

A B
a b

X

a b
a b

sin crossing-over

AB
ab

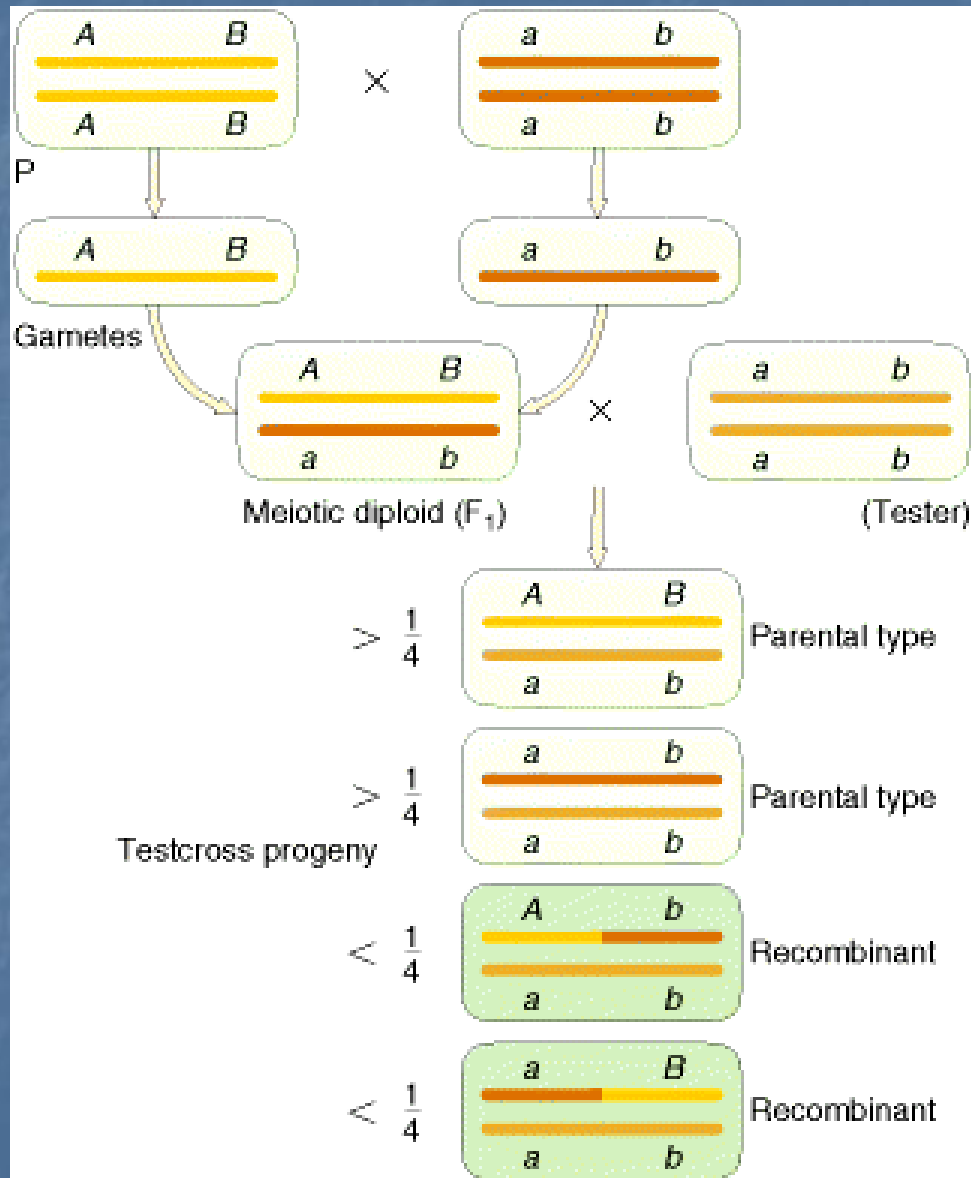
ab

F1: AaBb (Parental) 1
aabb (Parental) 1

100% FENOTIPO
PARENTAL

GENES COMPLETAMENTE LIGADOS

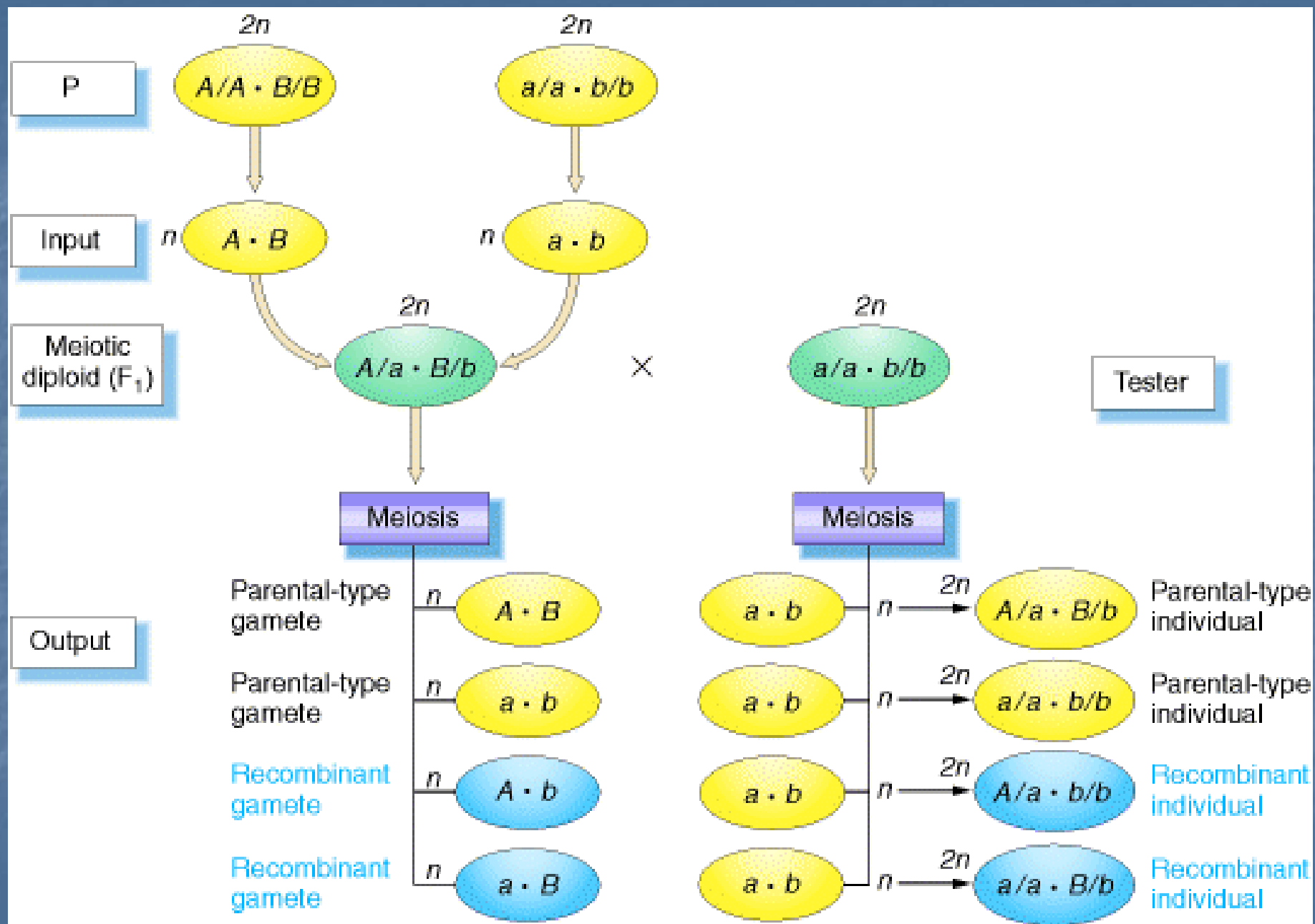
Genes A y B en el mismo cromosoma (Ligamiento)



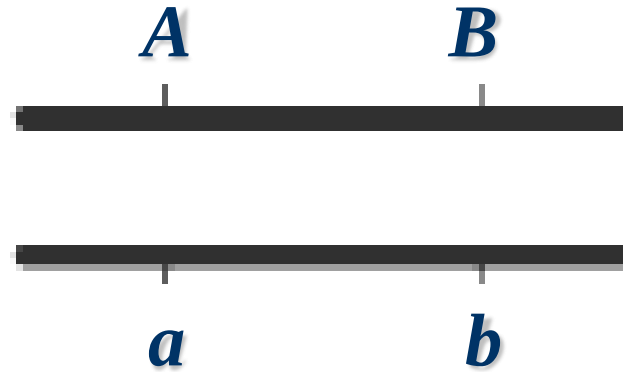
con crossing-over

<50% FENOTIPO
PARENTAL
>50% FENOTIPO
RECOMBINANTE

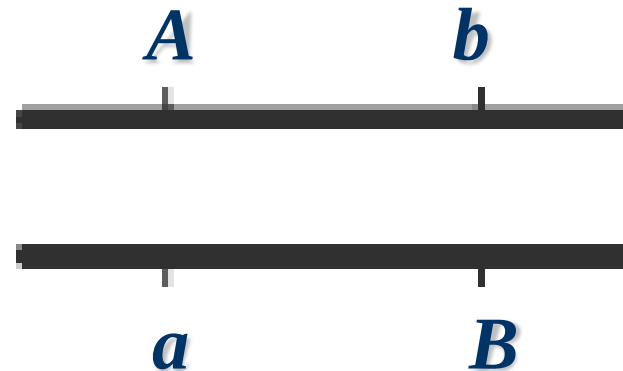
PARCIALMENTE LIGADOS



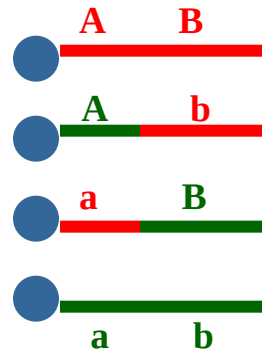
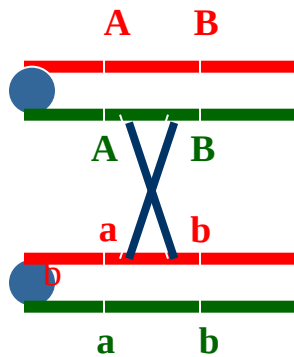
**acoplamiento
(cis)**



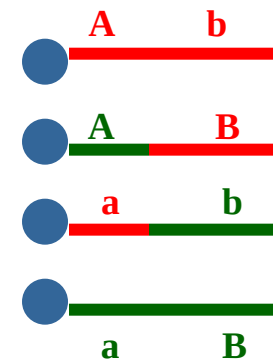
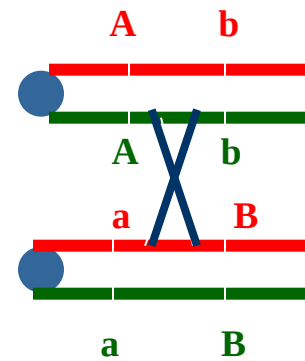
**repulsión
(trans)**



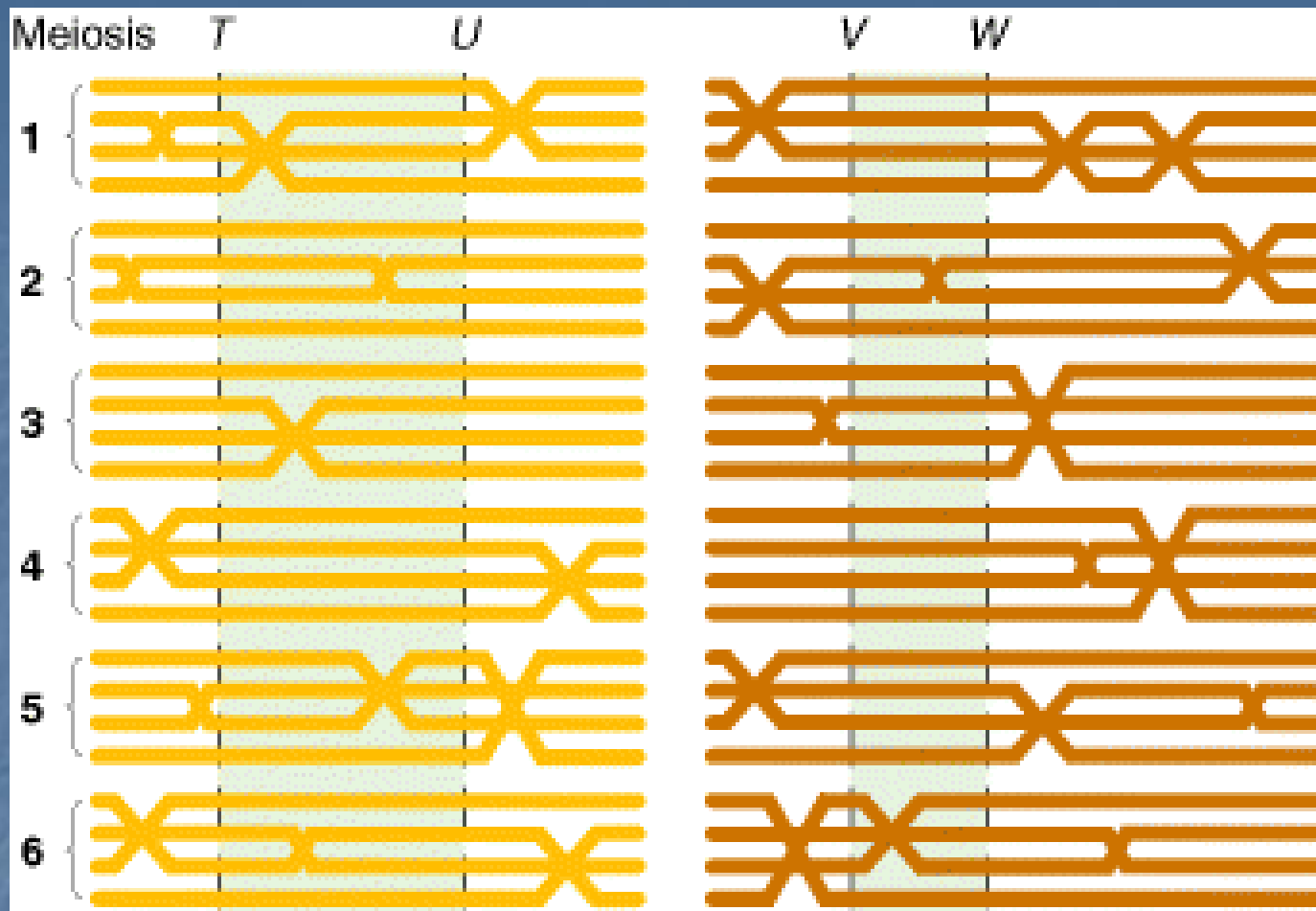
Generación de gametos recombinantes



Acoplamiento o Cis



Repulsión o Trans



Proporcionalidad entre la distancia cromosómica y la frecuencia de aparición de recombinantes. Durante la meiosis, las cromátidas homólogas se entrecruzan de manera aleatoria a lo largo del cromosoma. Los loci T y U están más distantes entre sí que los loci V y W. Las cromátidas se entrecruzan entre T y U con mayor frecuencia que entre V y W, de modo que la frecuencia de recombinantes es mayor para el intervalo T-U que para el intervalo V-W

Grupos de Ligamiento: Cada uno corresponde a uno de los pares de cromosomas homólogos en el genoma de una especie
D.melanogaster tiene 4 grupos de ligamiento

Mapas de Ligamiento: Se pueden construir usando la frecuencia de recombinación de los genes, para ubicarlos en forma lineal a lo largo de los cromosomas. La probabilidad de que ocurra un crossing-over entre 2 loci es una función del largo del intervalo que separa ambos loci.

Sturtevant: La frecuencia de gametos recombinantes producidos entre 2 loci en un cromosoma puede ser usado como un índice de distancia entre ambos loci

Una unidad mapa o cM corresponde a la distancia que permite un 1% de progenie recombinante

Drosophila melanogaster

gen: largo de alas: normales (vg+) o vestigiales (vg)

gen: color del cuerpo: gris (b+) o negro (b)

P: largas, gris (vg+vg+/b+b+) X vestigial, negro (vgvg/bb)

F1: largas,gris (vg+vg/b+b) X vest.,negro(vgvg/bb)

F2: largas, gris (vg+vg/b+b) : 41%

vest., negro (vgvg/bb) : 41%

largas, negro (vg+vg/bb) : 9%

vest., gris (vgvg/b+b) : 9%

Vg+

b+

18 unidades mapa o cM

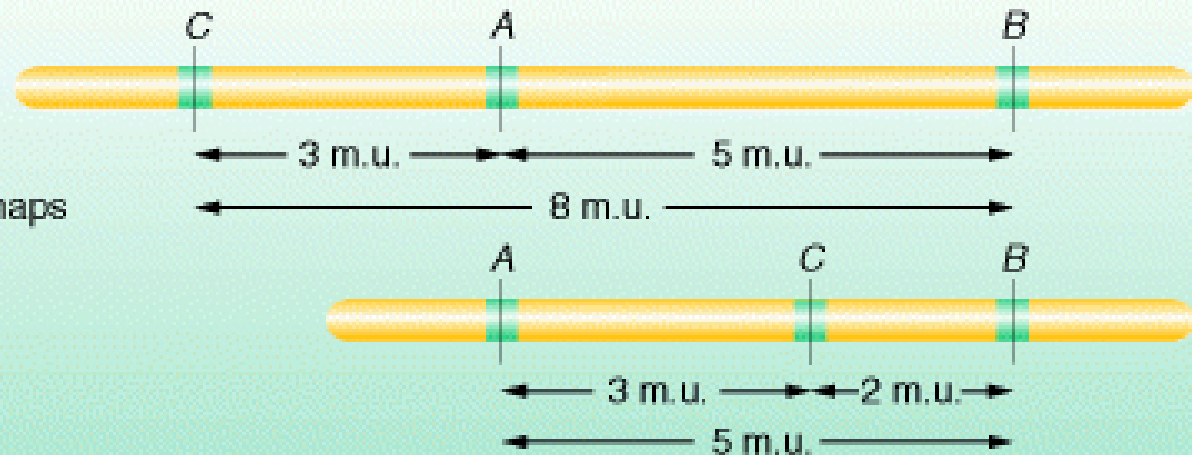
Map based on *A-B* recombination



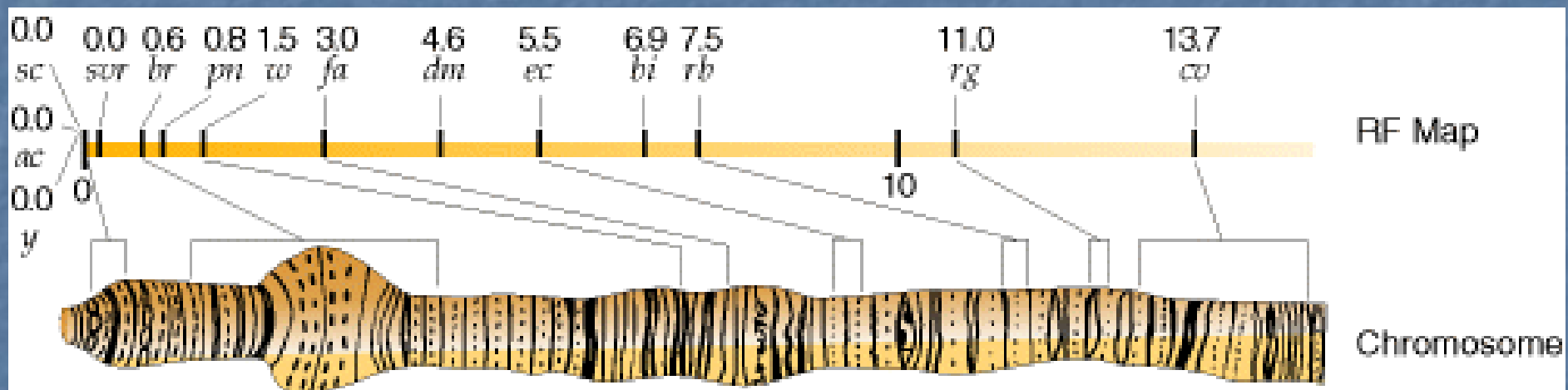
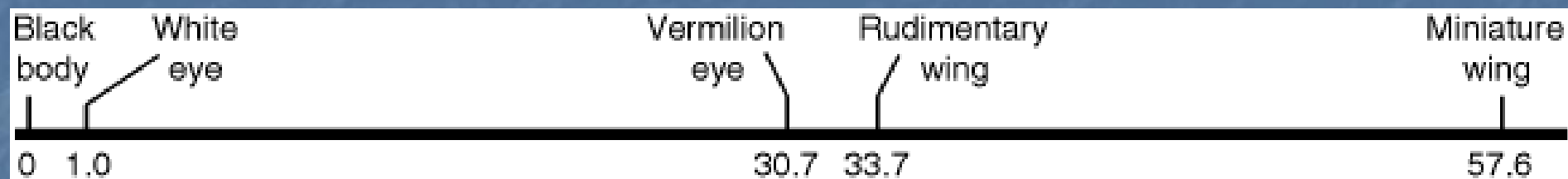
Map based on *A-C* recombination

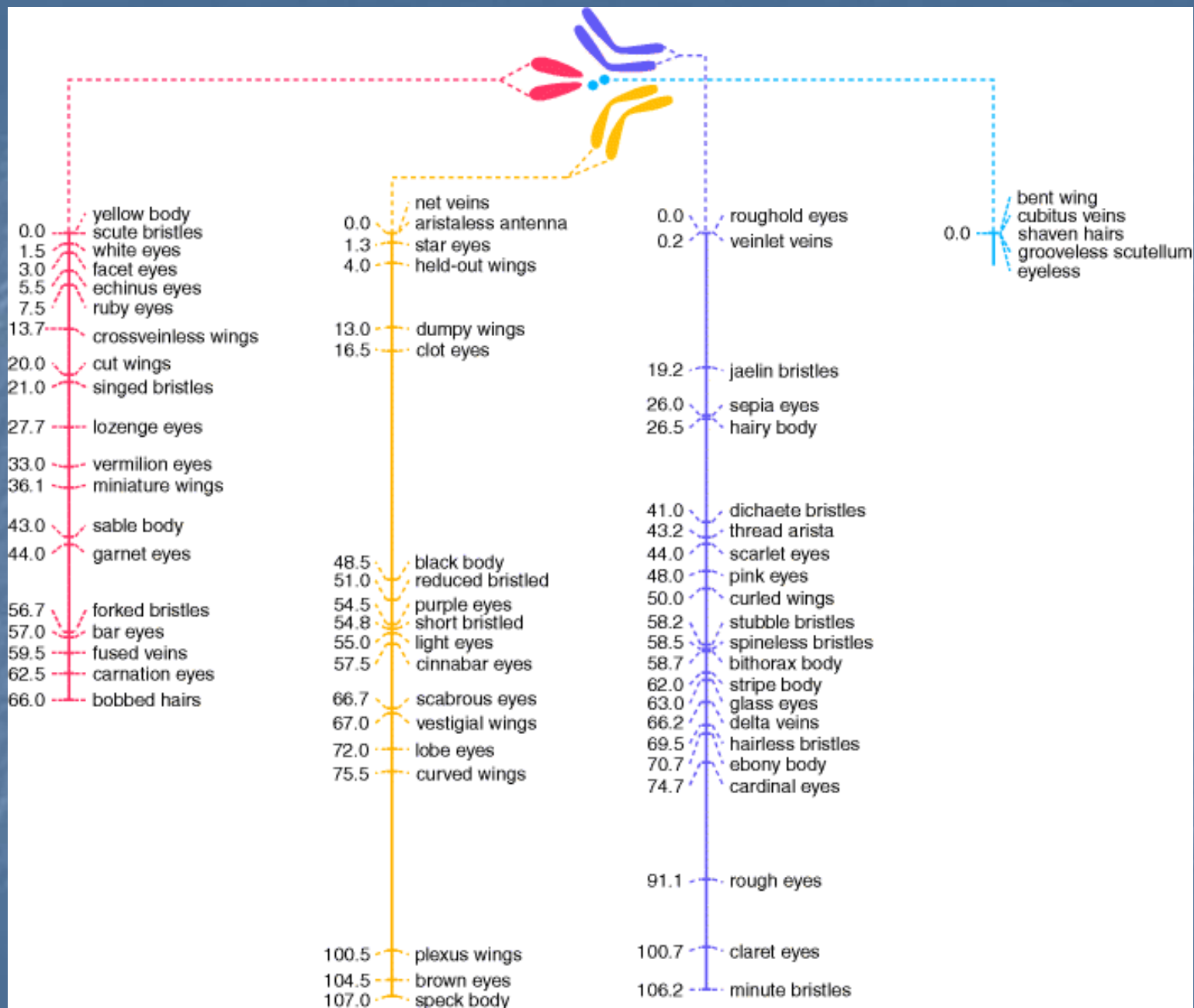


Possible combined maps



Las unidades mapa son aditivas. La relación directa entre frecuencia de recombinantes y distancia de hasta 20 unidades mapa o cM. Debido a que ha distancias mayores pueden ocurrir más de un crossing-over entre ambas cromátidas.





Mapeo por ligamiento del cromosoma X humano

