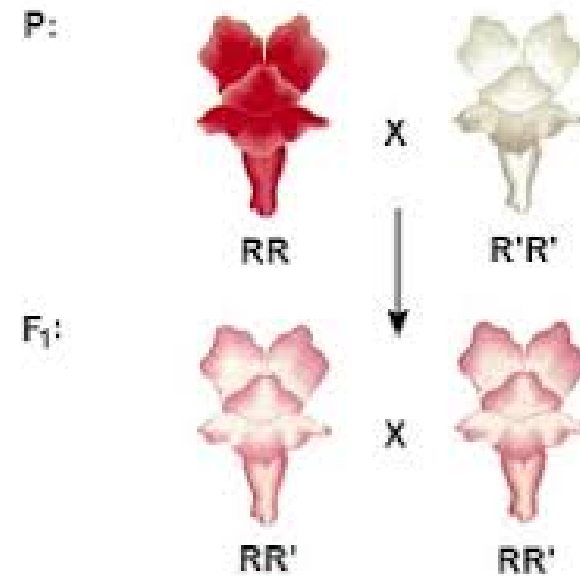
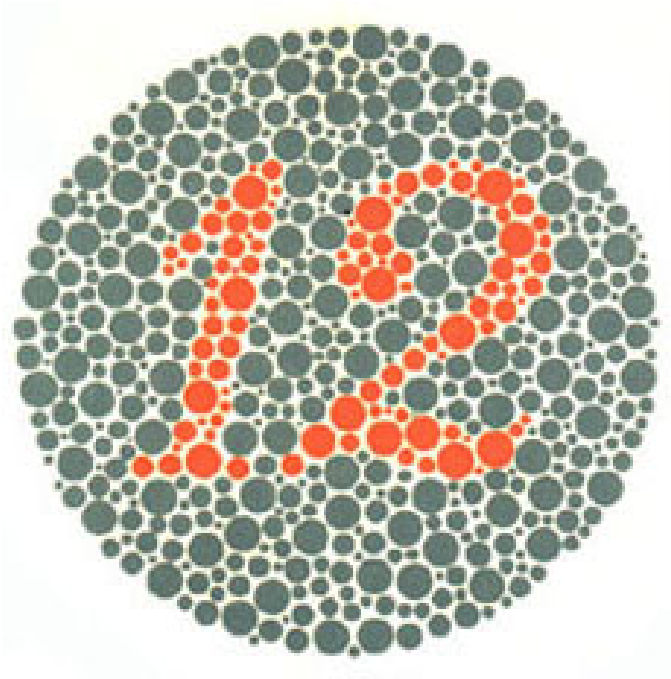
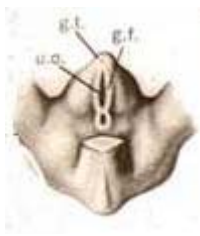


EXTENSIONES DEL MENDELISMO



Mecanismo de determinación sexual en mamíferos



Gen SRY presente en Machos

Proteína SRY

Múltiples proteínas que provocan la diferenciación de la médula gonadal en testículos



Desarrollo del Conducto de Wolff y desarrollo de genitales masculinos

testosterona

Células de Leydig



10 WEEKS



12 WEEKS

Células de Sertoli



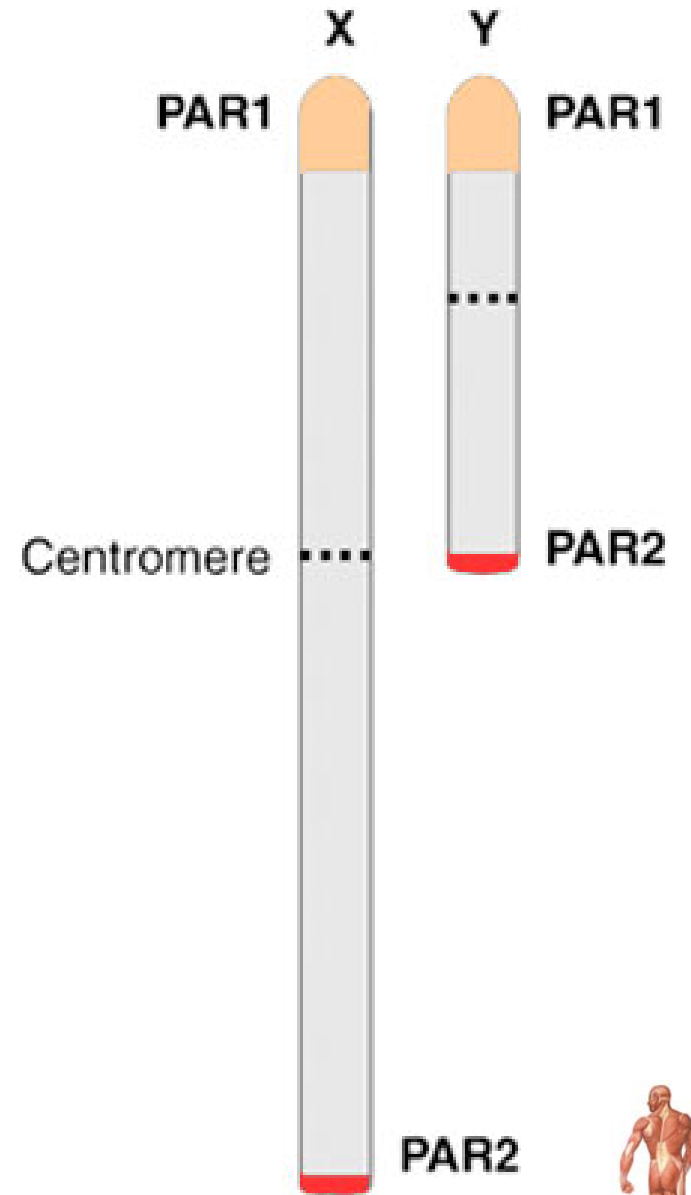
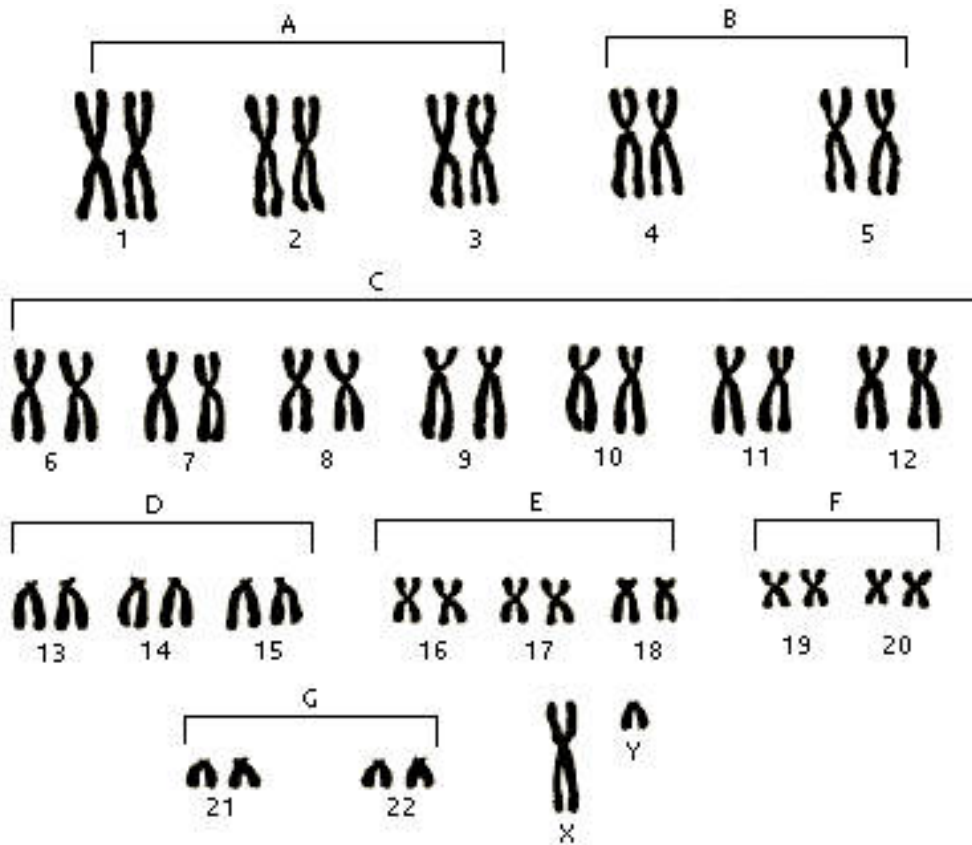
34 WEEKS

hormona antimülleriana

Regresión del Conducto Mülleriano



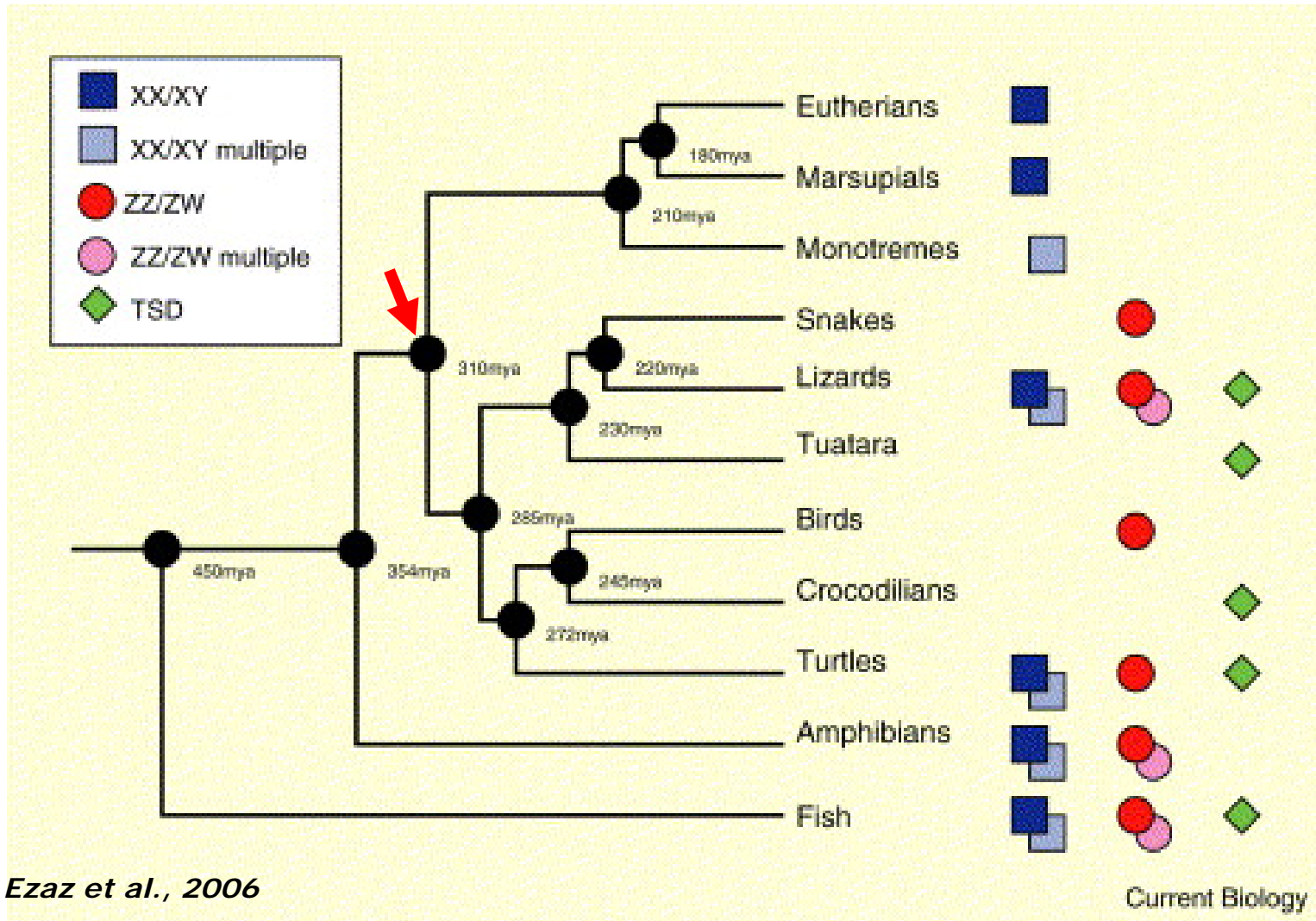
Mecanismo de determinación sexual en mamíferos



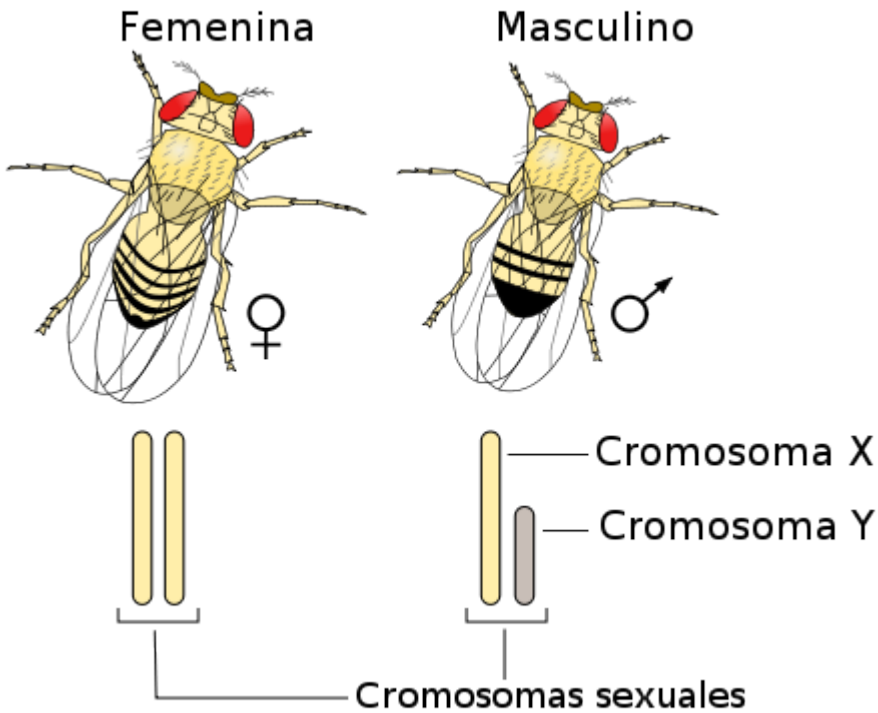
Y Activo



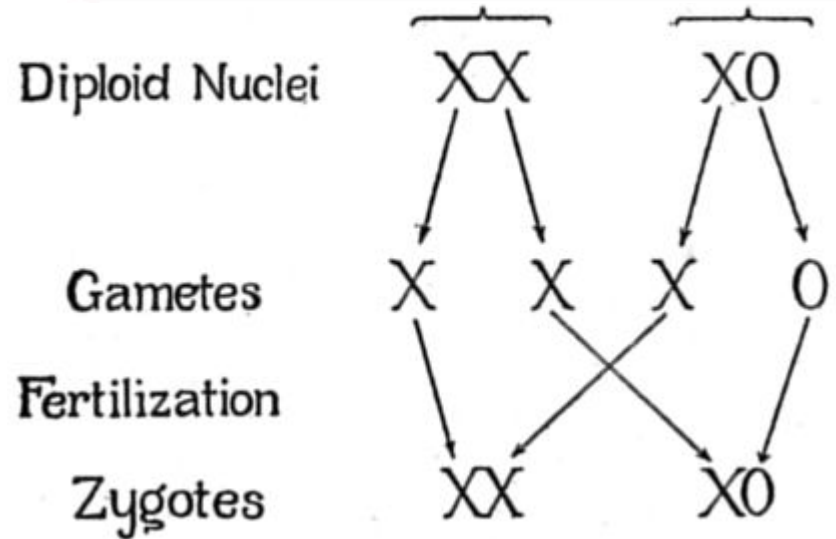
Mecanismos de determinación sexual en animales



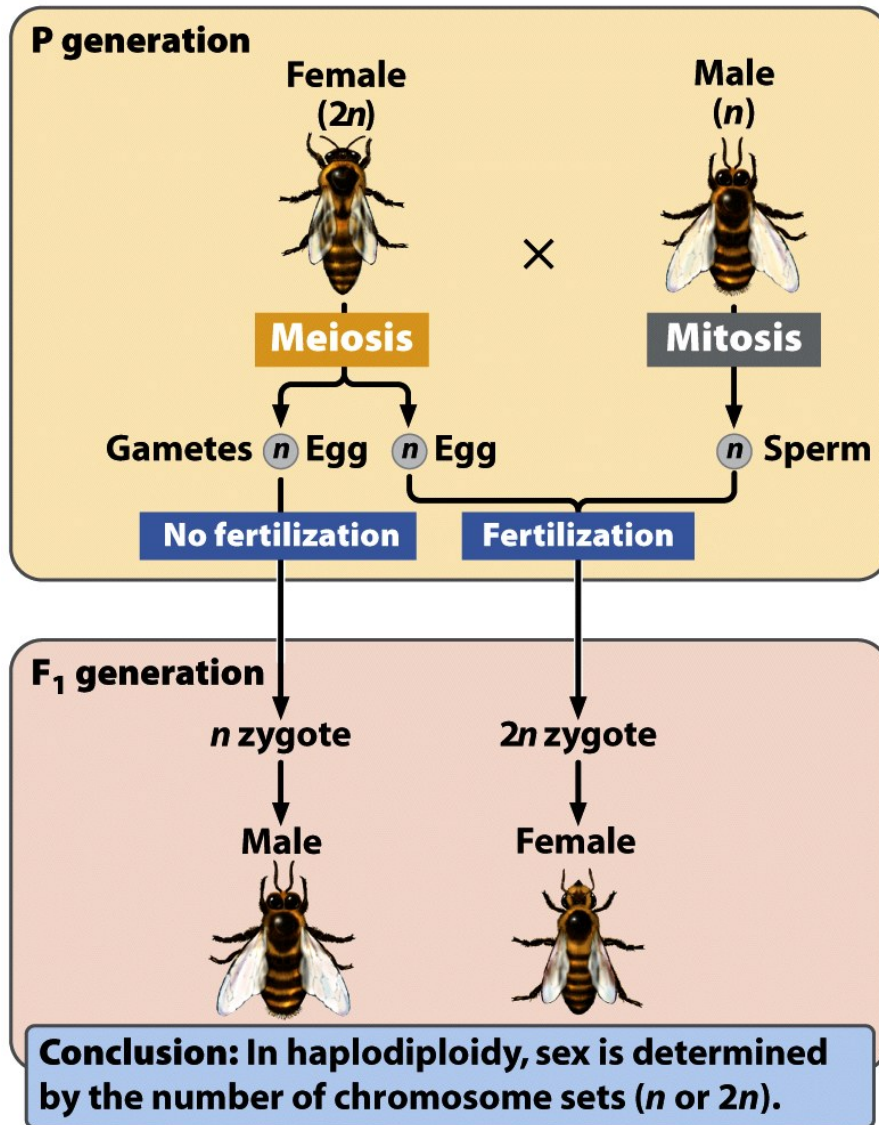
Mecanismos de determinación sexual en algunos insectos



X:Autosomas



Mecanismos de determinación sexual en algunos insectos



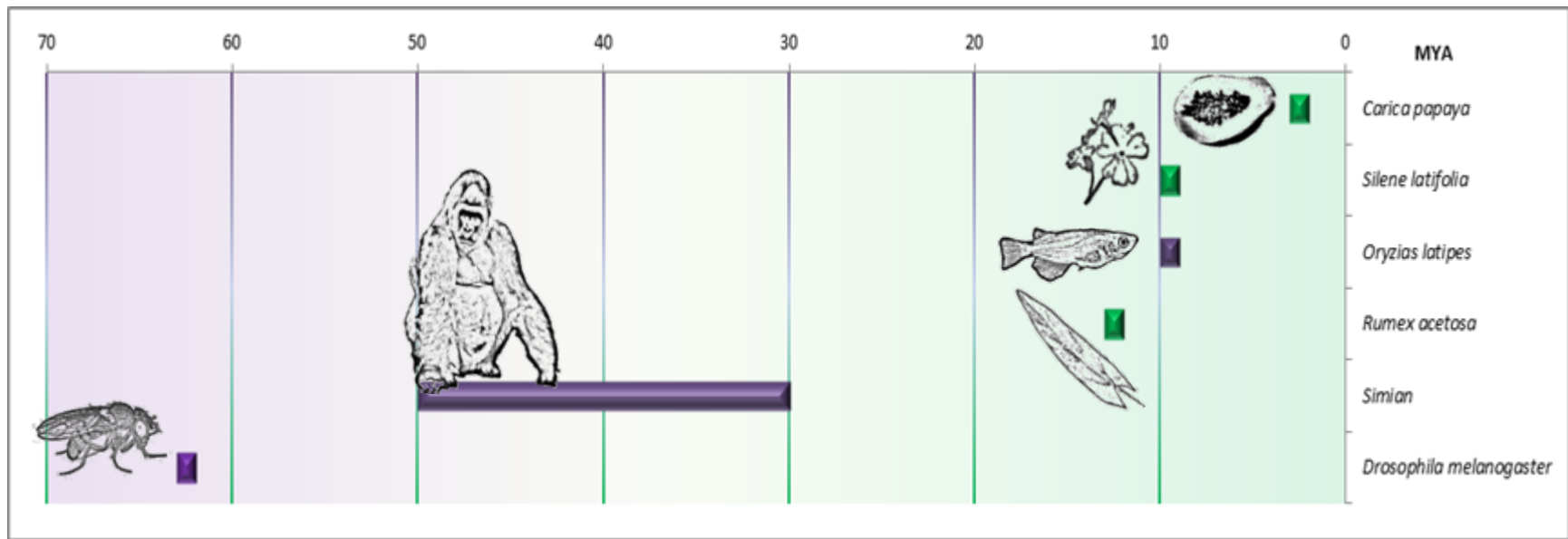
Haplodiploidía en insectos sociales (abejas, avispas, hormigas)

SISTEMAS DE DETERMINACIÓN SEXUAL EN PLANTAS

Family	Species	Female sex chromosome	Male sex chromosome	Viability of YY genotype	Sex determination
Homomorphic sex chromosomes					
Actinidiaceae	<i>Actinidia deliciosa</i>	—	—	—	Active Y system
	<i>A. chinensis</i>	Male heterozygous	—	Yes	Active Y system
Amaranthaceae	<i>Acnida</i> species	Male heterozygous	—	—	Active Y system
Asparagaceae	<i>Asparagus officinalis</i>	Male heterozygous	—	Yes	Active Y system
Asteraceae	<i>Antennaria dioica</i>	Male heterozygous	—	No	—
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Male heterozygous	—	No	Active Y system
	<i>Vasconcellea</i> species	Male heterozygous	—	No	Active Y system
Caryophyllaceae	<i>Silene otites</i>	Uncertain	—	—	—
Chenopodiaceae	<i>Spinacia oleracea</i>	Male heterozygous	—	Yes	Active Y system
Cucurbitaceae	<i>Bryonia multiflora</i>	Male heterozygous	—	—	—
	<i>Echallium elaterium</i>	Male heterozygous	—	—	Active Y system
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea tokoro</i>	Male heterozygous	—	—	Active Y system
Euphorbiaceae	<i>Mercurialis annua</i>	Male heterozygous	—	Yes	Active Y system
Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i> species	Male heterozygous	—	Yes	—
Rosaceae	<i>Fragaria</i> species	Female heterozygous	—	—	—
Vitaceae	<i>Vitis</i> species	Male heterozygous	—	Yes	Active Y system
Heteromorphic sex chromosomes					
Cannabidaceae	<i>Cannabis sativa</i>	XX	XY	Yes	X to autosome ratio
	<i>Humulus lupulus</i>	XX	XY	Yes	X to autosome ratio
	<i>H. lupulus</i> subsp. <i>cordifolius</i>	X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	X ₁ Y ₁ X ₂ Y ₂	—	X to autosome ratio
Caryophyllaceae	<i>H. japonicus</i>	XX	XY ₁ Y ₂	No	X to autosome ratio
	<i>Silene latifolia</i> , <i>S. dioica</i> , <i>S. diclinis</i>	XX	XY	No	Active Y system
Cucurbitaceae	<i>Coccinia indica</i>	XX	XY	—	Active Y system
Polygonaceae	<i>Rumex angiocarpus</i>	XX	XY	—	—
	<i>R. tenuifolius</i>	(XX)XX	(XX)XY	—	—
	<i>R. acetosella</i>	(XXXX)XX	(XXXX)XY	—	Active Y system
	<i>R. graminifolius</i>	(XXXXXX)XX	(XXXXXX)XY	—	—
	<i>R. hastatulus</i>	XX	XY or + XY ₁ Y ₂	—	X to autosome ratio
	<i>R. acetosa</i>	XX	XY ₁ Y ₂	—	X to autosome ratio
	<i>R. paucifolius</i>	(XX)XX	(XX)XY	—	—

Compiled mostly from Westergaard (1958), Charlesworth and Guttman (1999), and Matsunaga and Kawano (2001)

EVOLUCIÓN DE LOS CROMOSOMAS SEXUALES



Sola-Campoy et al., 2012



200-300 m.a.



las fresas



la papaya



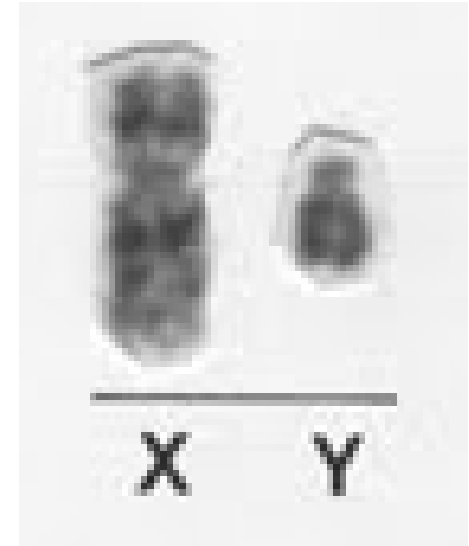
las collejas



las acederas

Hasta 20 m.a.

Características de los Cromosomas Sexuales

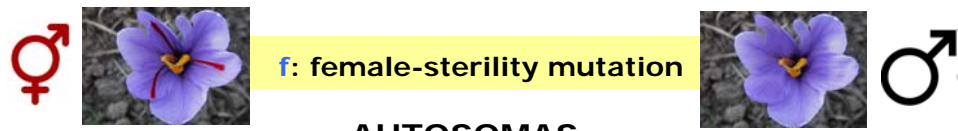


Pérdida de Material Genético

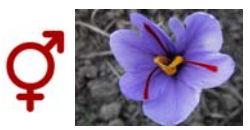
Pocos Genes Funcionales

Alto contenido ADN basura (ADN satélite y Elementos Móviles)

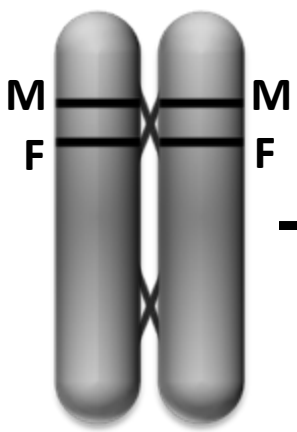
Grado de sinapsis-recombinación



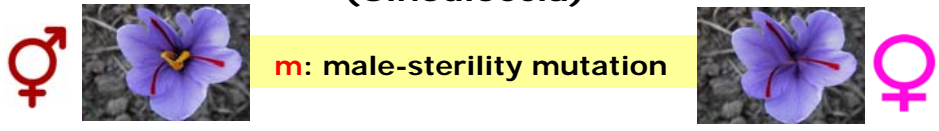
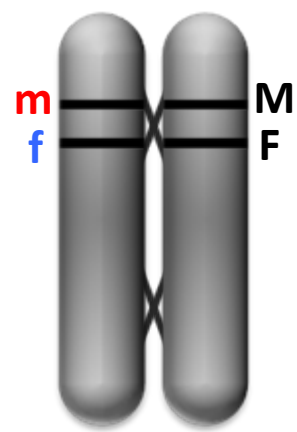
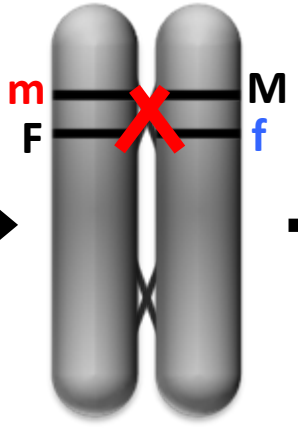
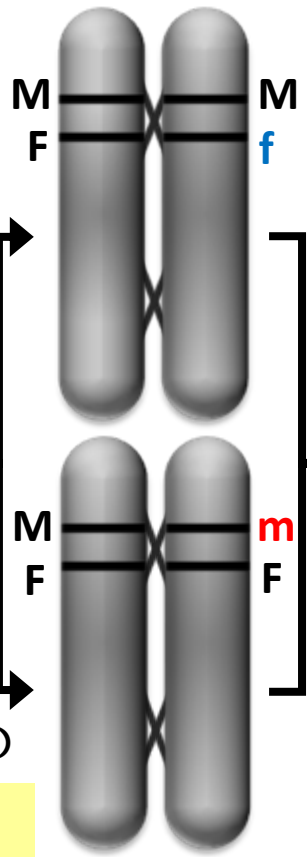
AUTOSOMAS (Androdioecia)



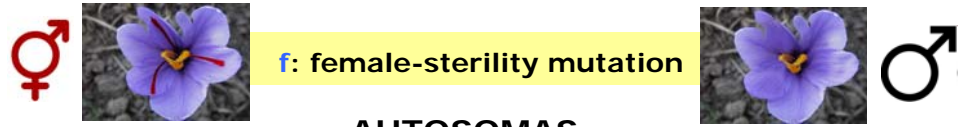
m/f: male and female-sterility mutation



**M: male activator
F: female fertility**



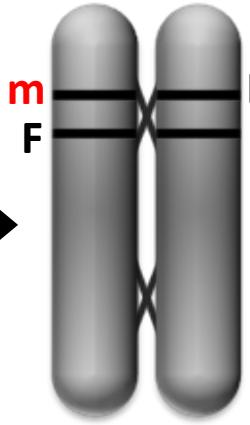
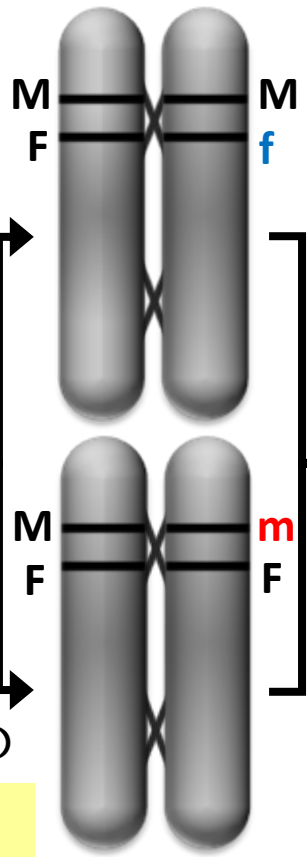
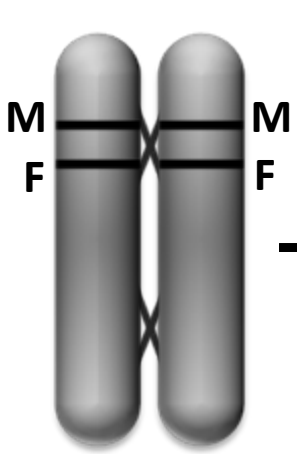
AUTOSOMAS (Ginodioecia)



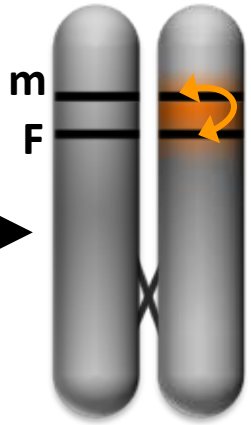
AUTOSOMAS (Androdioecia)



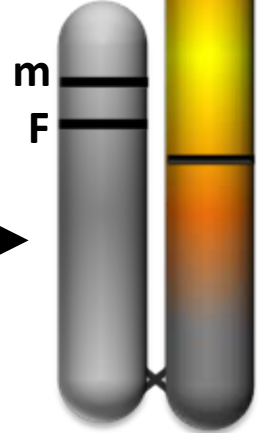
m/f: male and female-sterility mutation



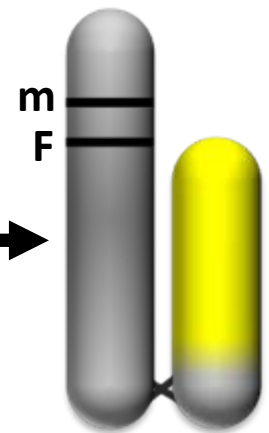
PROTO XY (Subdioecia)



PROTO XY (Dioecia)



XY (Dioecia)



XY (Dioecia)

AUTOSOMAS (Hermafroditismo)

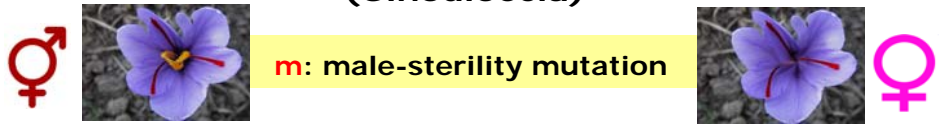
AUTOSOMAS (Ginodioecia)

M: male activator
F: female fertility

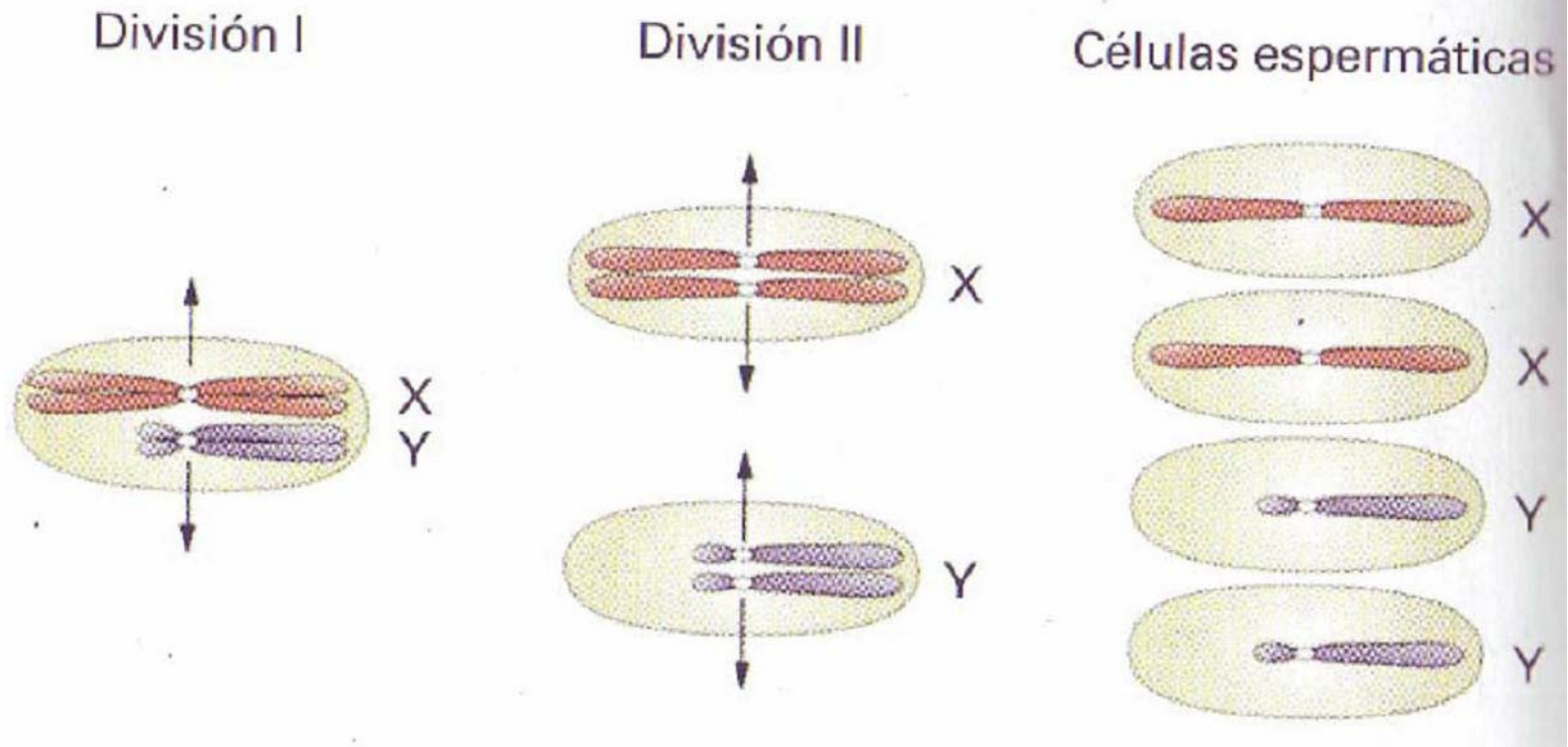
Reordenaciones Cromosómicas

Acumulación de Secuencias Repetidas

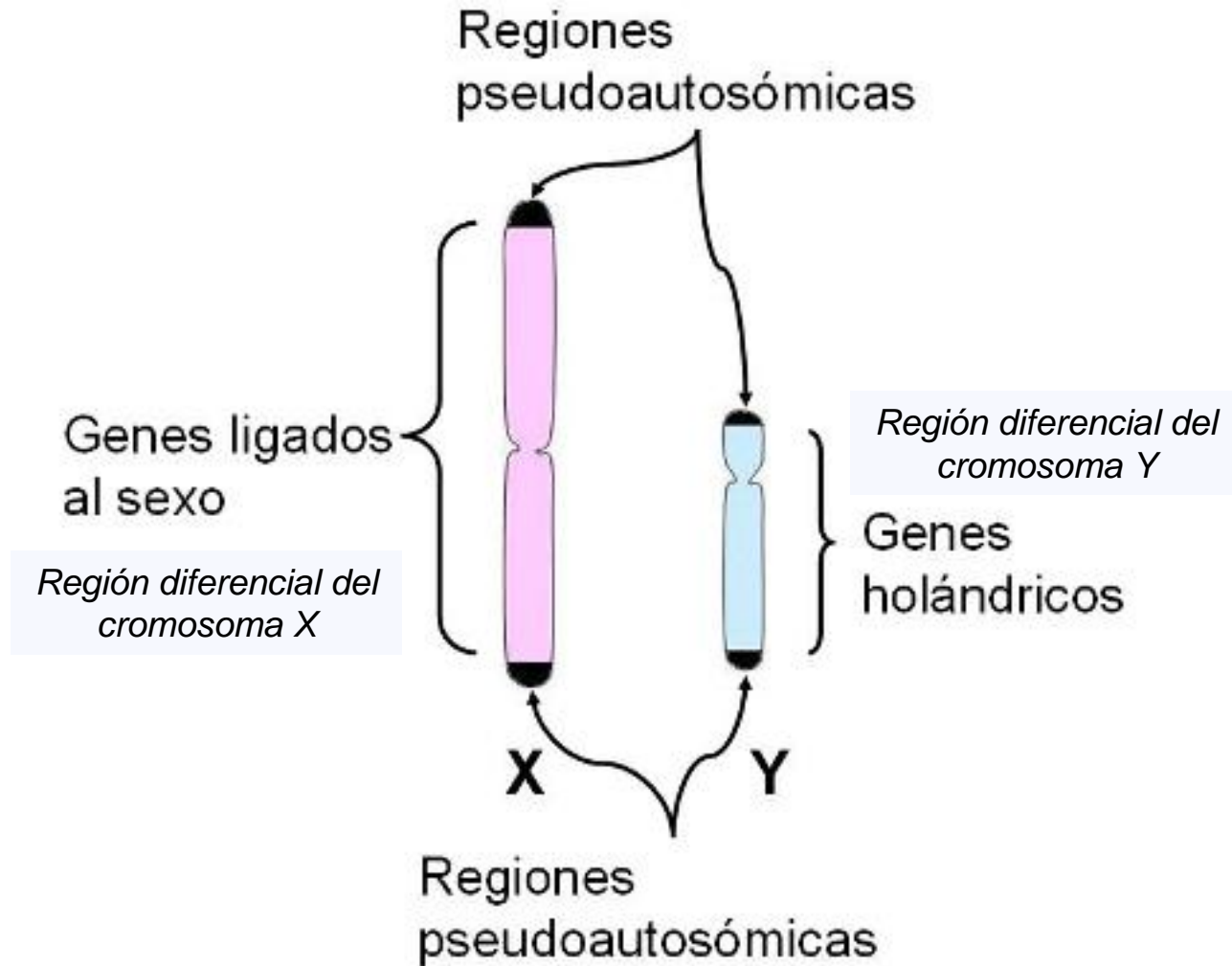
Cromosoma Y Degenerado



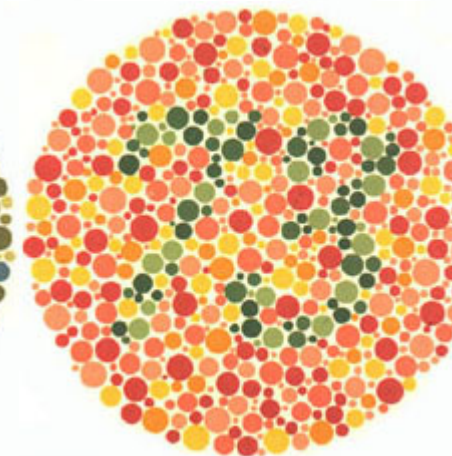
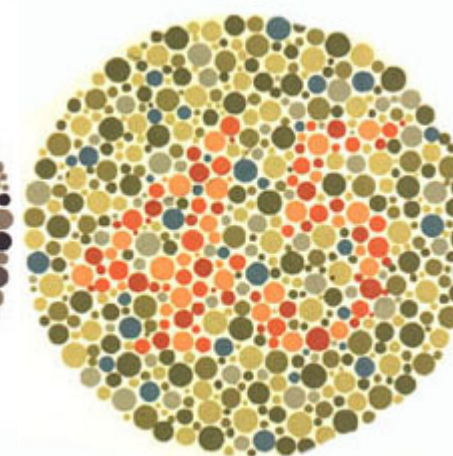
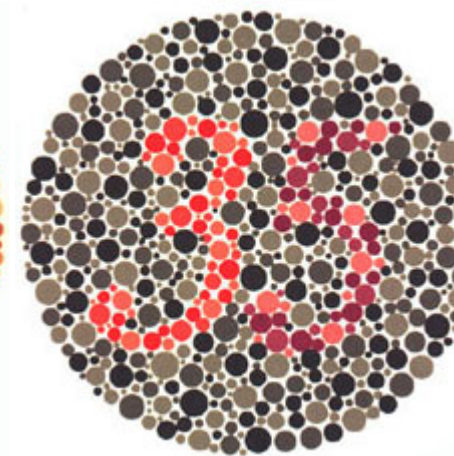
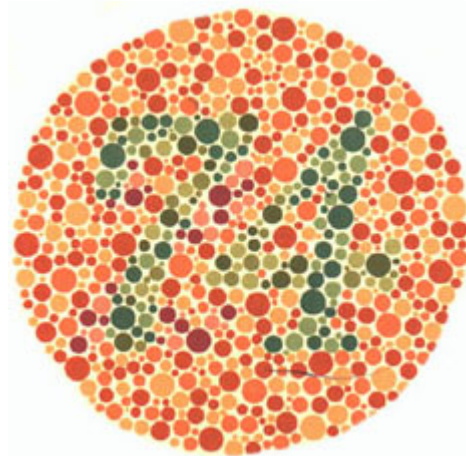
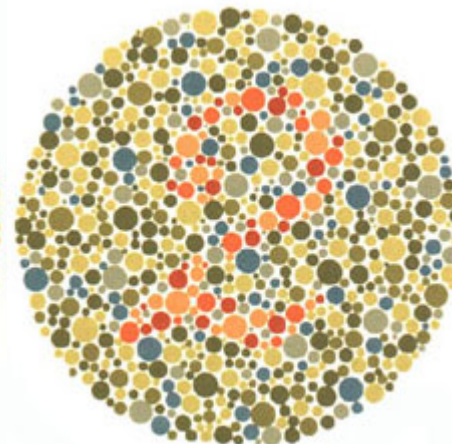
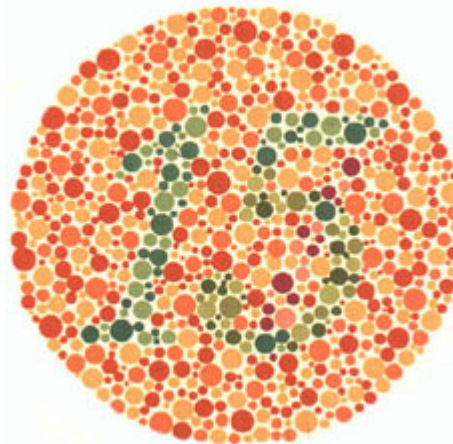
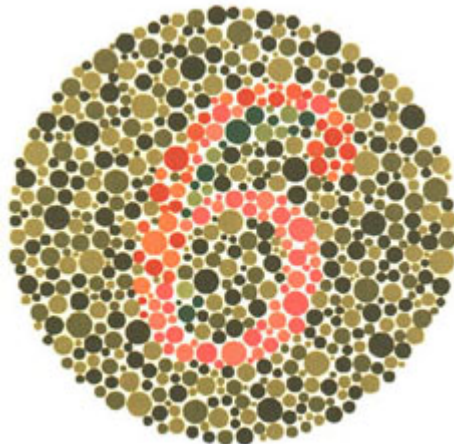
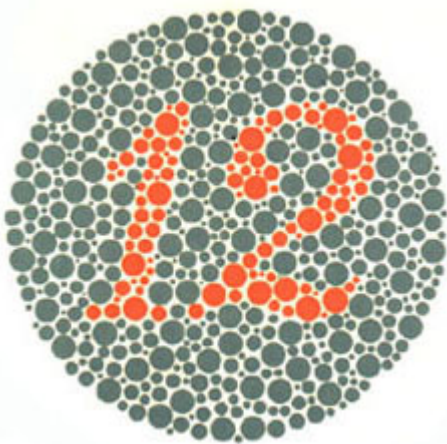
El sexo se hereda igual que otra característica determinada genéticamente



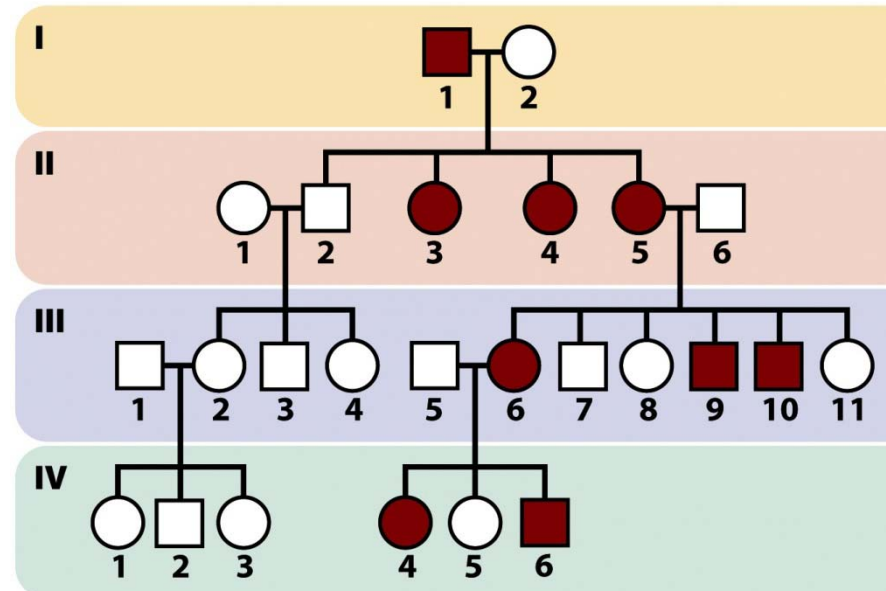
HERENCIA LIGADA AL SEXO



**Ejemplo de herencia ligada al X en humanos:
Ceguera a los colores o daltonismo
(*Tablas de Ishihara*)**

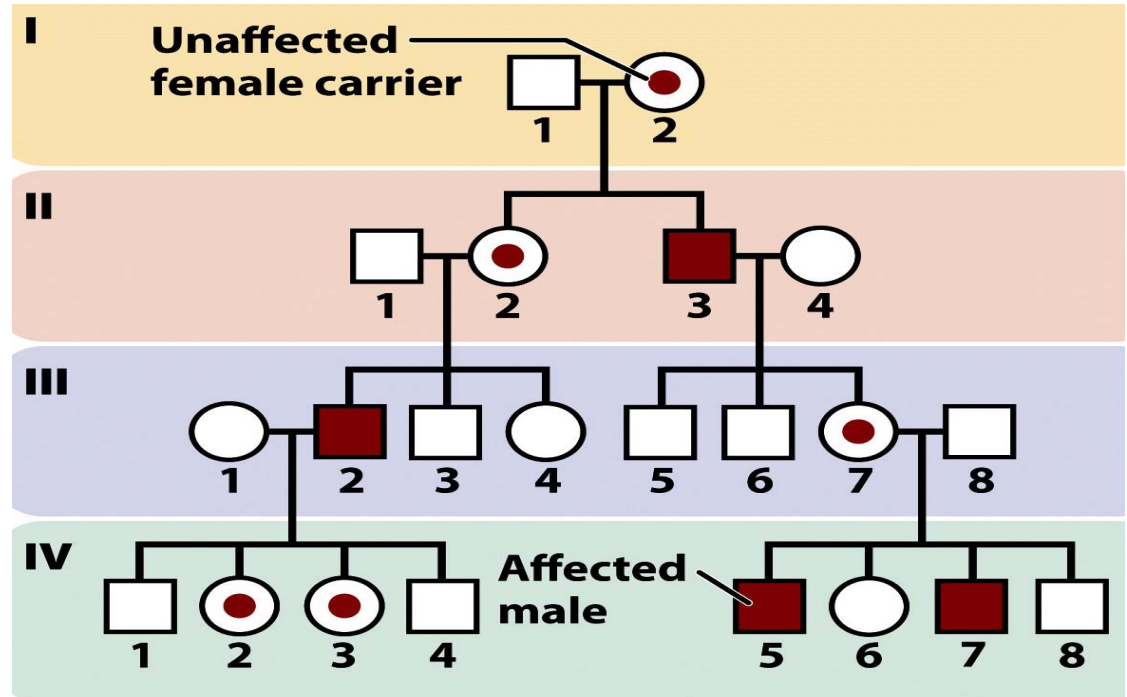


RASGO DOMINANTE LIGADO AL X



- Afectados **hombres y mujeres**, pero **más frecuente en mujeres**.
- Varones afectados deben tener una **madre afectada**; mujeres afectadas deben tener un **padre o una madre afectados**.
- No** saltan generaciones.
- El rasgo **no pasa de padre a hijo**.
- Mujeres afectadas (heterocigóticas) transmiten el rasgo a $\frac{1}{2}$ hijos y $\frac{1}{2}$ hijas.

RASGO RECESIVO LIGADO AL X



-Afecta con **mayor frecuencia a los hombres**.

-Un varón (afectado) hereda su cromosoma X de su madre que no está afectada y lo transfiere a su hija que no está afectada: el rasgo **tiende a saltar generaciones**.

-Una mujer heterocigótica tiene $\frac{1}{2}$ hijos varones afectados y $\frac{1}{2}$ hijas portadoras.

-**No** se transmite de padre a hijo varón.

-**Todas las hijas** de padres afectados son portadoras.

Diferencia en el número de cromosomas X en machos y hembras es un problema para el desarrollo



La cantidad de producto génico que producen los genes ligados al cromosoma X es el doble en hembras que en machos



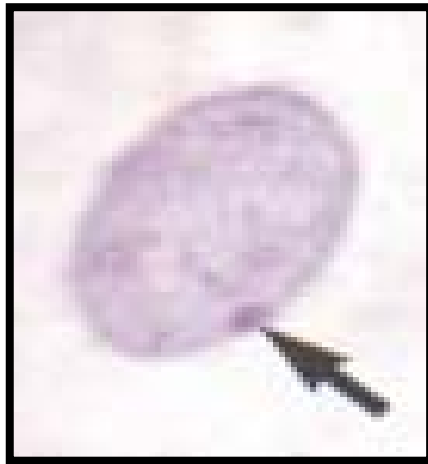
COMPENSACIÓN DE DOSIS

COMPENSACIÓN DE DOSIS

- Mosca de la fruta:** **duplica** la actividad de los genes del cromosoma X de los machos.
- Caenorhabditis elegans*:** **disminuye** la actividad de los genes de ambos cromosomas X de la hembra.
- Mamíferos:** se **inactiva** de forma aleatoria uno de los dos cromosomas X de la hembra.

COMPENSACIÓN DE DOSIS

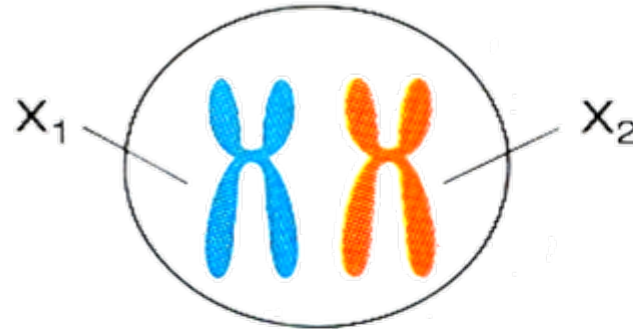
Mamíferos: Corpúsculo de Barr (1949, cromatina muy condensada perteneciente al cromosoma X).



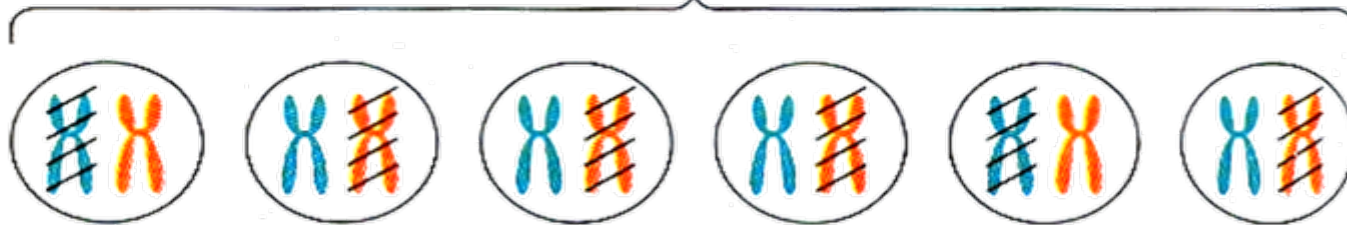
Núcleo de una célula de la mucosa bucal en humanos

Mamíferos: Inactivación al azar de uno de los X

X chromosomes



Normal female cell



Active

X₂

X₁

X₁

X₁

X₂

X₁

Inactive

X₁

X₂

X₂

X₂

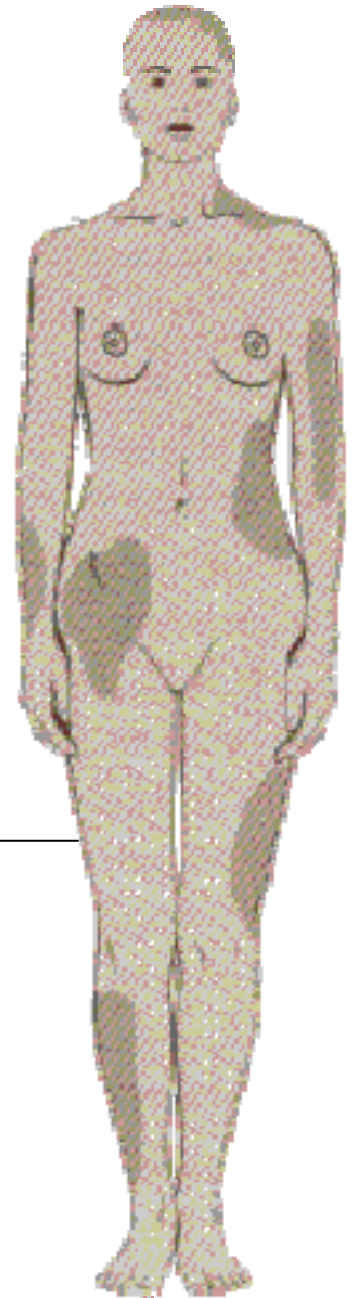
X₁

X₂

Inactivation occurs at random, so that X₁ is active in approximately half the cells

Consecuencias de la compensación de dosis en Mamíferos

Mosaicismo: en las hembras existen dos tipos de células, según la **inactivación de uno u otro cromosoma X**. Si son heterocigotas, el alelo que dichos cromosomas portan será distinto y se observarán grupos celulares con distinto fenotipo
(Mosaicos)

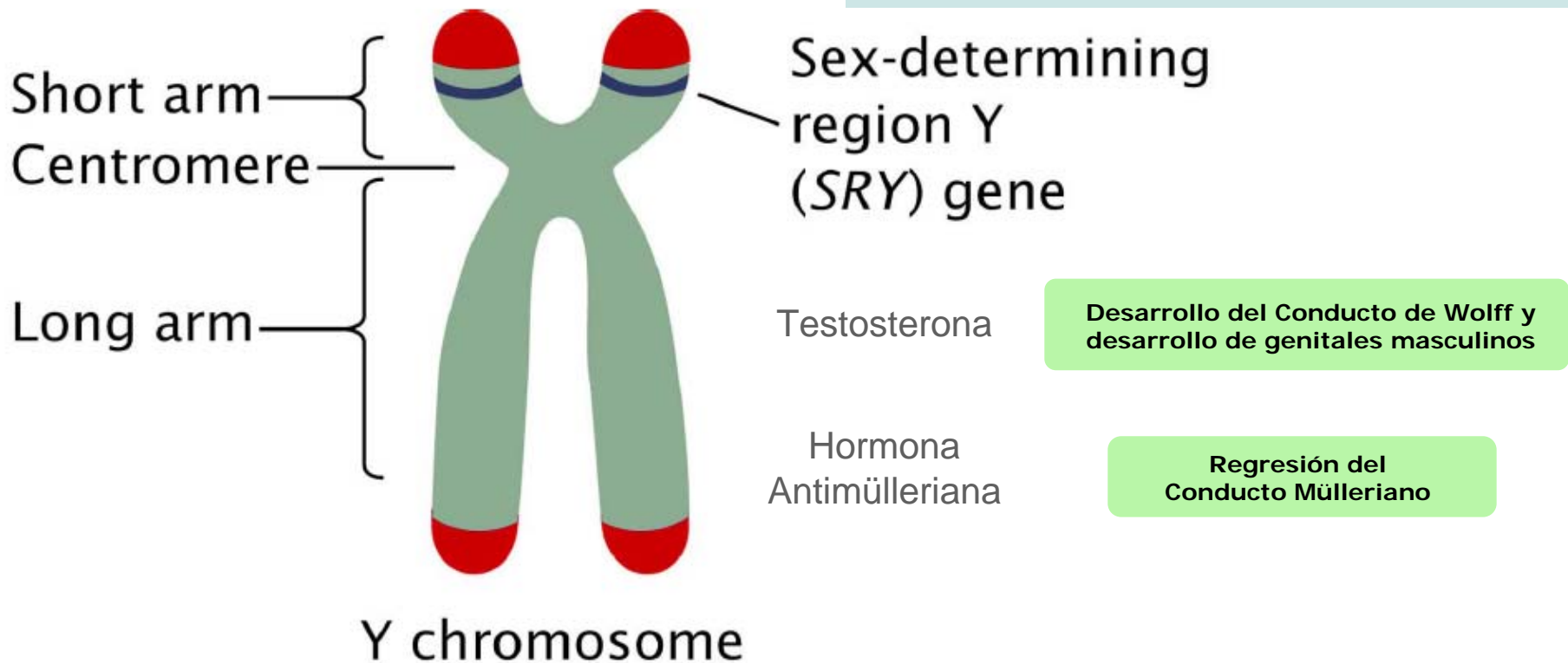


Patrón de ausencia de glándulas sudoríparas en hembras heterocigotas para el gen de la displasia ectodérmica



Pelaje de los gatos carey

Herencia ligada al cromosoma Y:
genes holándricos

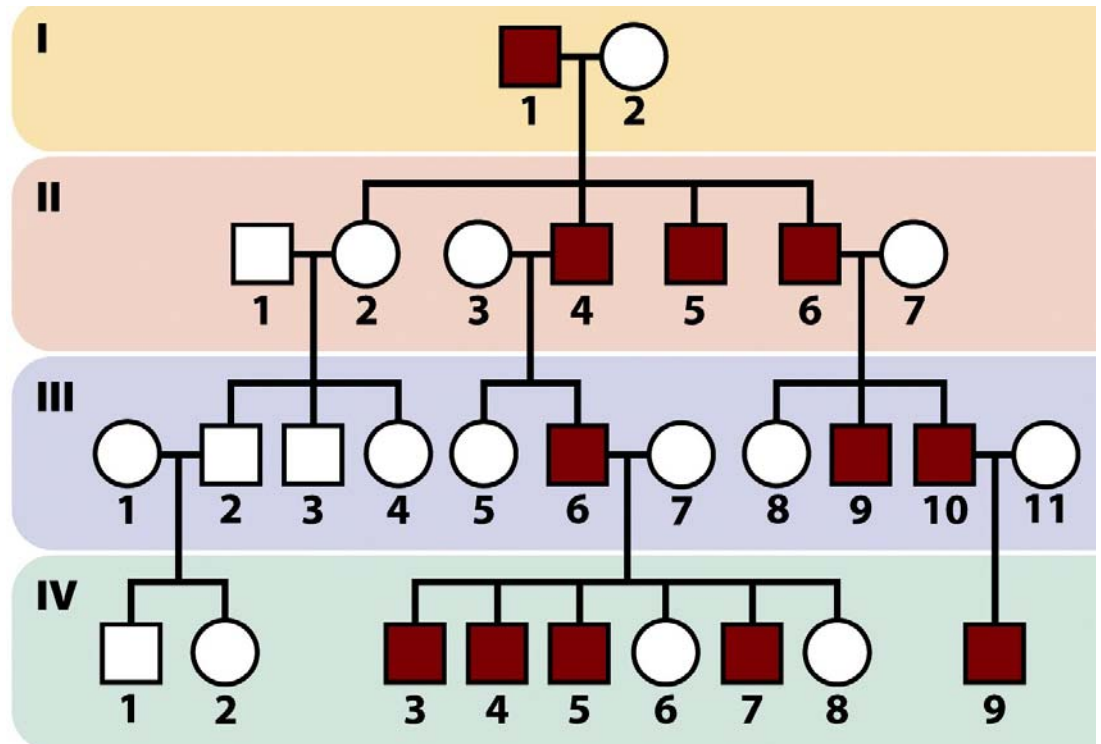


Y chromosome

Gran parte del cromosoma Y es **heterocromatina** (secuencias cortas de ADN que se repiten muchas veces y no contienen genes activos).

Gen SRY (determina la masculinidad).

RASGOS LIGADOS AL CROMOSOMA Y



-Sólo están afectados los **varones**.

-Se transmite del **padre a todos los hijos varones**.

-**No** salta generaciones.

Herencia ligada al cromosoma Z: genes hologinos

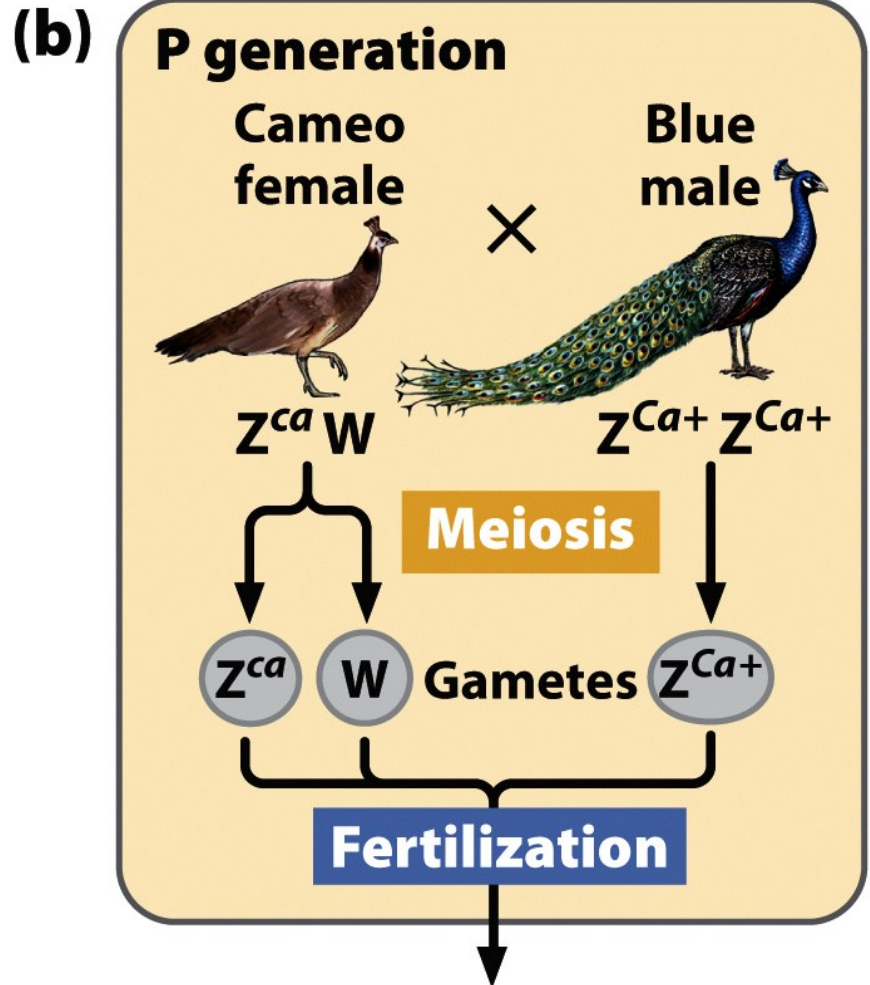
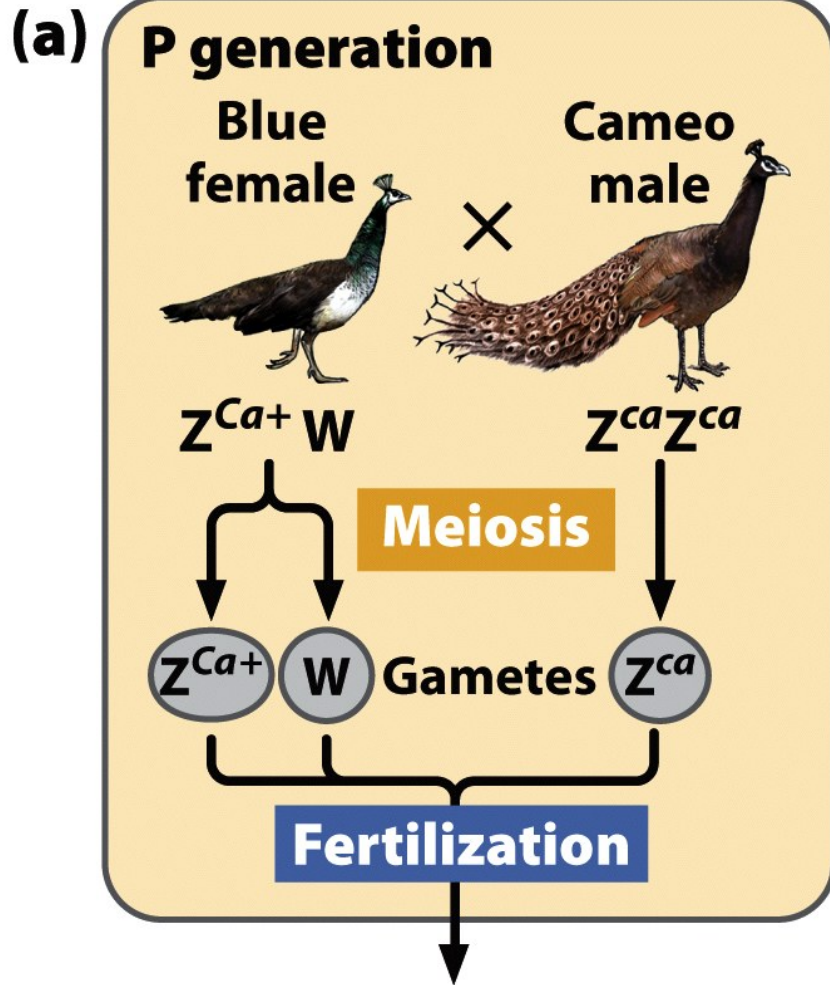


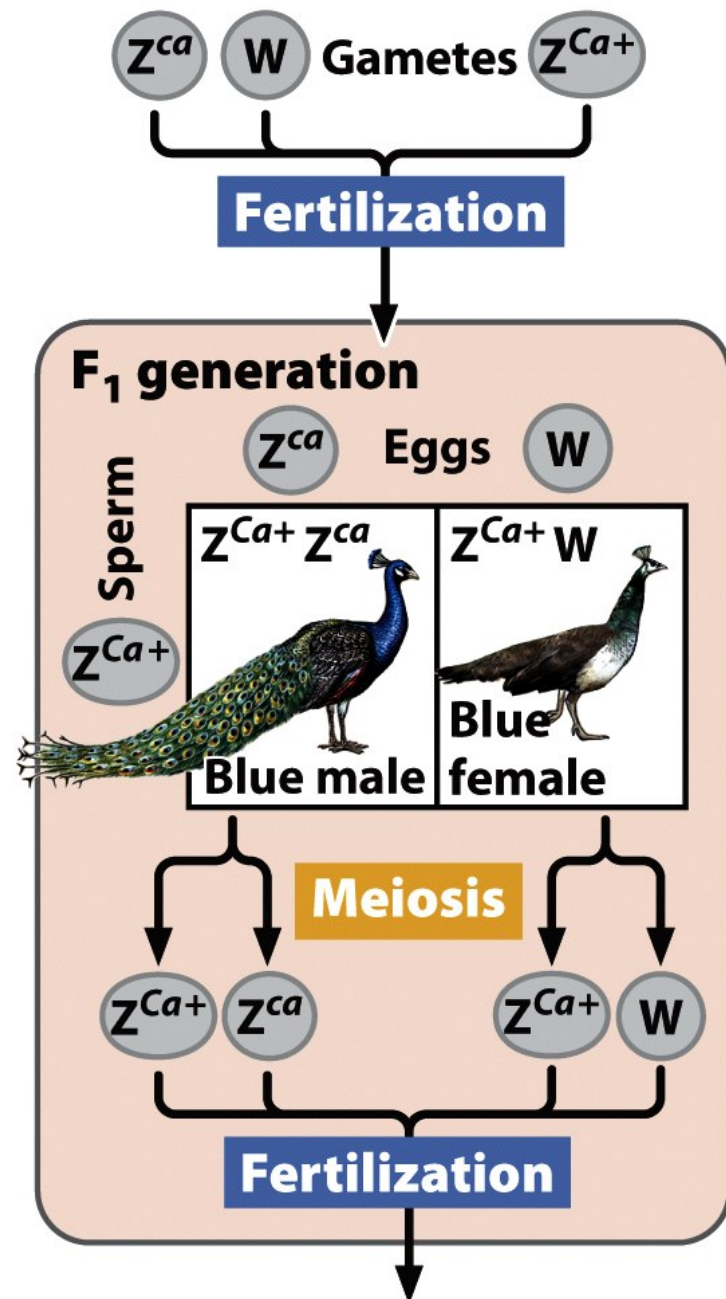
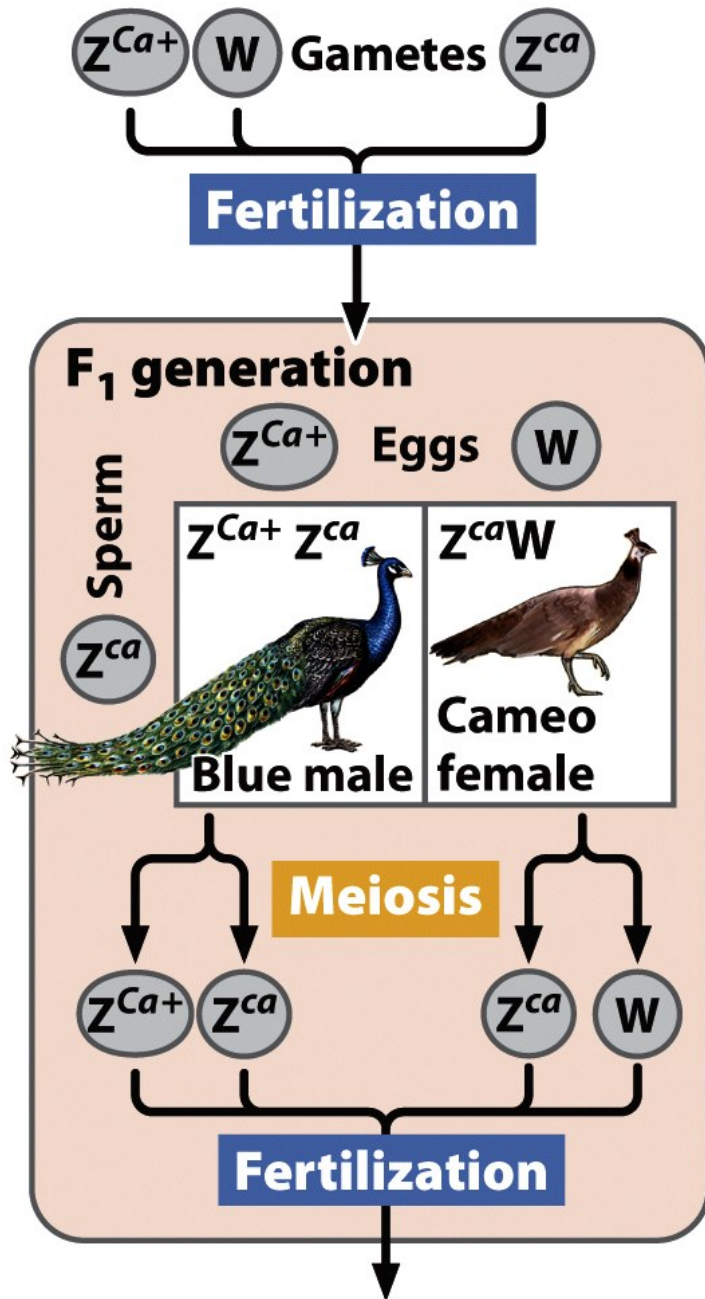
Sexo homogamético

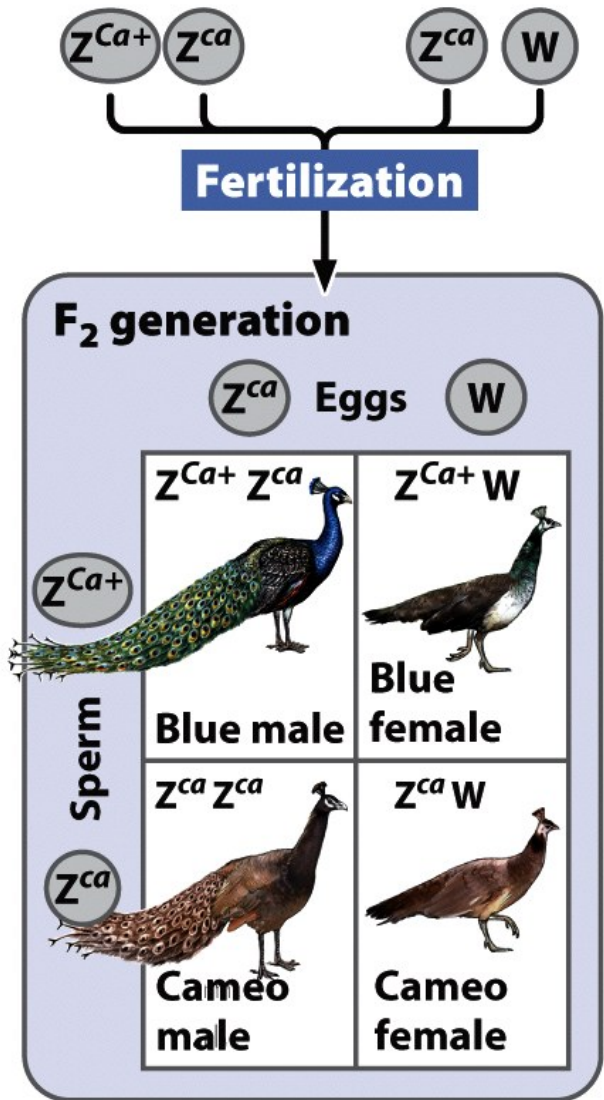
Sexo heterogamético

Los genes del W (específicos de la hembra) se nominan hologinos

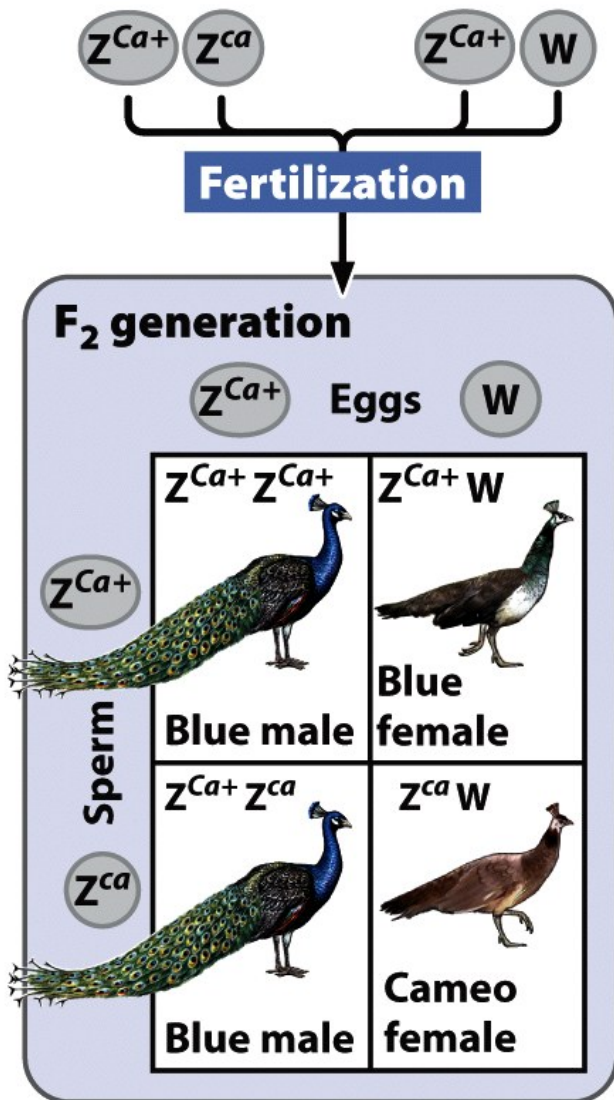
Fenotipo cameo (plumas marrones) Z^{ca} < fenotipo silvestre (plumas azules) Z^{Ca+}







Conclusion: 1/4 blue males
 1/4 cameo males
 1/4 blue females
 1/4 cameo females



Conclusion: 1/2 blue males
 1/4 blue females
 1/4 cameo females

CARÁCTER INFLUIDO O CONTROLADO POR EL SEXO

Carácteres que aparecen en **ambos sexos**, si bien expresan más en uno que en otro. Los genes se localizan en regiones autosómicas o pseudoautosómicas.

Ejemplo: calvicie prematura en humanos

Genotipo	Fenotipo	
	Hombres	Mujeres
a'a'	Calvicie	Calvicie
a'a	Calvicie	No calvicie
aa	No calvicie	No calvicie

CARÁCTER LIMITADO POR EL SEXO

Rasgos autosómicos que se expresan **sólo en un sexo**.

Ejemplos: formación de las mamas y ovarios en hembras, distribución del vello facial y producción de esperma en machos, coloración del plumaje y el canto en aves, cuernos de cabras y antílopes,...



Rasgo autosómico recesivo

Genotipo

HH

Hh

hh

Fenotipo Masculino

plumaje de gallina

plumaje de gallina


plumaje de gallo

Fenotipo Femenino

plumaje de gallina

plumaje de gallina

plumaje de gallina



Dominancia incompleta
Codominancia
Alelismo múltiple
Alelos letales

El heterocigoto
presenta un fenotipo
intermedio

DOMINANCIA INCOMPLETA



F₁



F₂

Coloración floral Dondiego de noche

$R^1 R^1$
red

×

$R^2 R^2$
white

P_1



$R^1 R^2$
pink

F_1



$R^1 R^2 \times R^1 R^2$

$F_1 \times F_1$



1/4 $R^1 R^1$ red
1/2 $R^1 R^2$ pink
1/4 $R^2 R^2$ white

F_2



DOMINANCIA INCOMPLETA

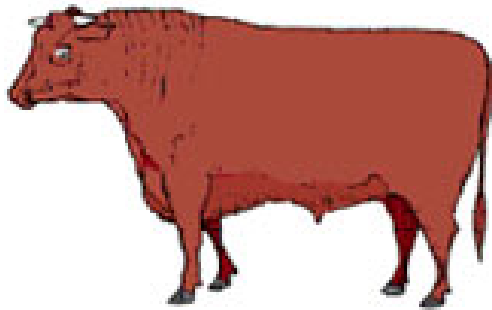
El heterocigoto presenta un fenotipo intermedio

Proporción fenotipos
=
Proporción genotipos

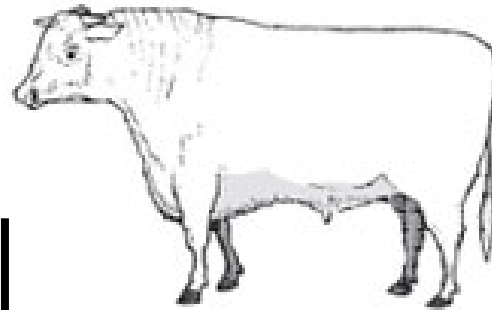
CODOMINANCIA

El heterocigoto
expresa
simultáneamente
ambos fenotipos

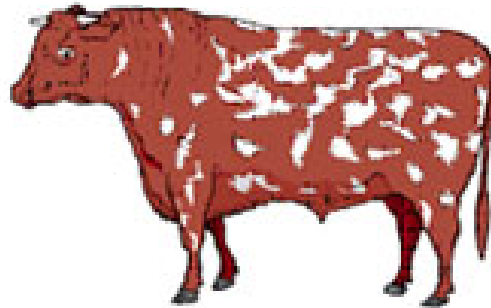
Rojo (RR)



Blanco (WW)



Ruano (RW)



Genotipo	Fenotipo
$L^M L^M$	M
$L^M L^N$	MN
$L^N L^N$	N

$L^M L^N \times L^M L^N$



$\frac{1}{4} L^M L^M$

$\frac{1}{2} L^M L^N$

$\frac{1}{4} L^N L^N$

CODOMINANCIA

Grupos sanguíneos
MN

Existen más de dos alelos en la población para un locus determinado. También se llaman *series alélicas*.

ALELISMO MÚLTIPLE

Color pelaje conejo

$C^+ > C^{ch} > C^h > c$

C+ (Salvaje)



Cch (Chinchilla)



Ch (Himalaya)

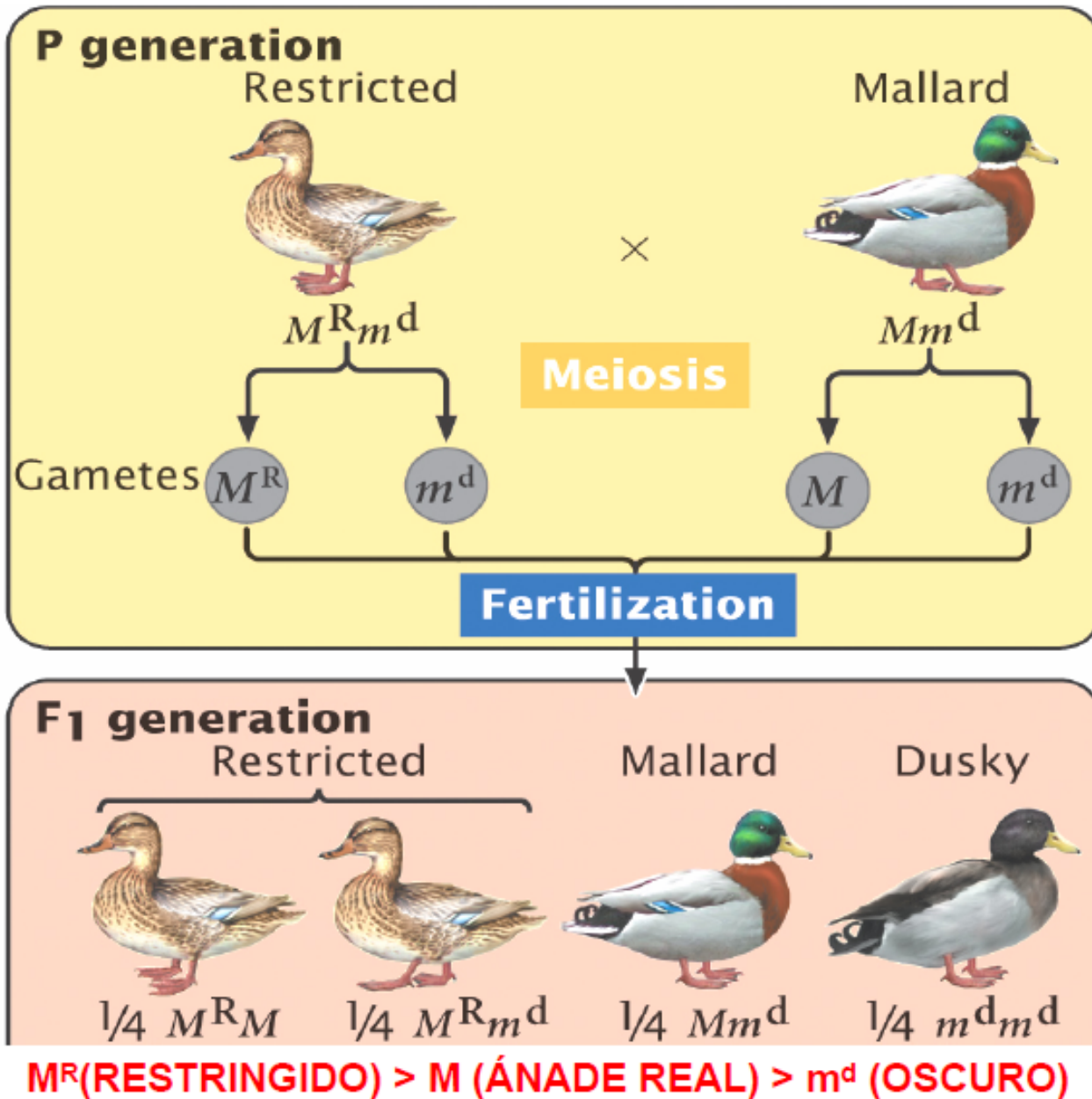


c (albino)



ALELISMO MÚLTIPLE

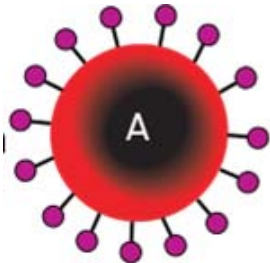
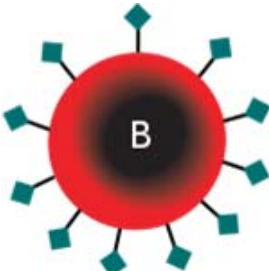
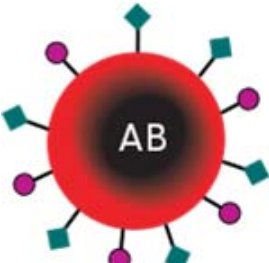
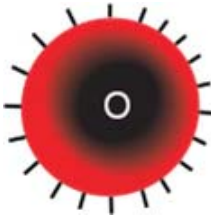
Existen más de dos alelos en la población para un locus determinado. También se llaman *series alélicas*.



Color del plumaje del ánade

Existen más de dos alelos en la población para un locus determinado. También se llaman *series alélicas*.

ALELISMO MÚLTIPLE

Fenotipo				
Genotipo	$I_A I_A / I_A$	$I_B I_B / I_B$	$I_A I_B$	ii
Antígeno	A	B	A y B	<i>Ninguno</i>
Anticuerpo	B	A	<i>Ninguno</i>	A y B

Grupo sanguíneo AB0

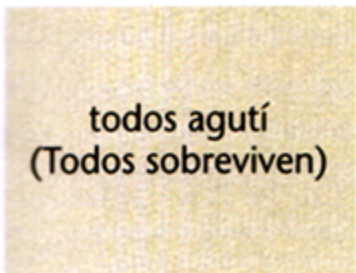
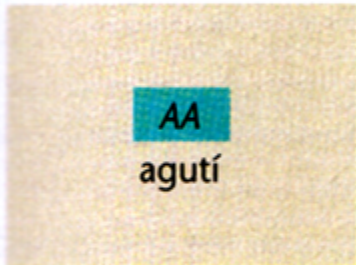
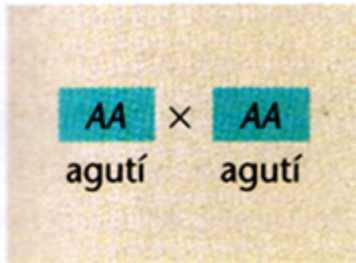
ALELOS LETALES

Color del pelaje de los ratones

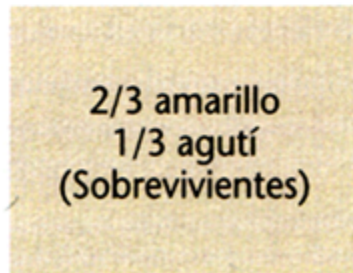
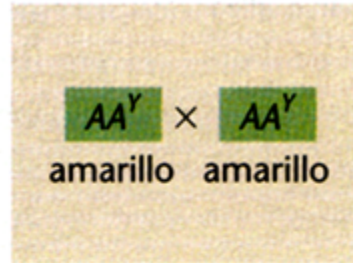
Un alelo letal causa la muerte del individuo que lo porta, normalmente en etapas iniciales del desarrollo por lo que no aparece en la descendencia)

Cuando son recesivos tienen que presentarse en homocigosis. Si son dominantes pueden hacerlo en homocigosis o heterocigosis.

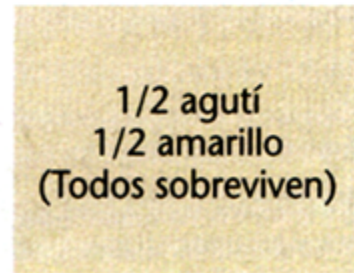
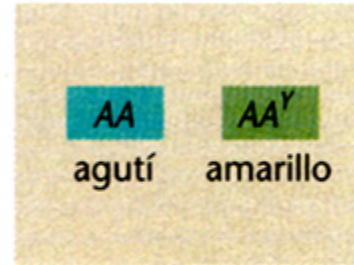
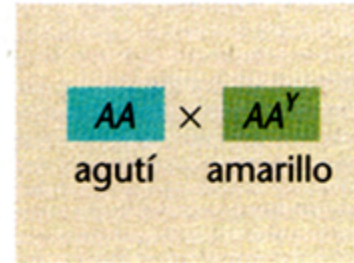
Cruce A



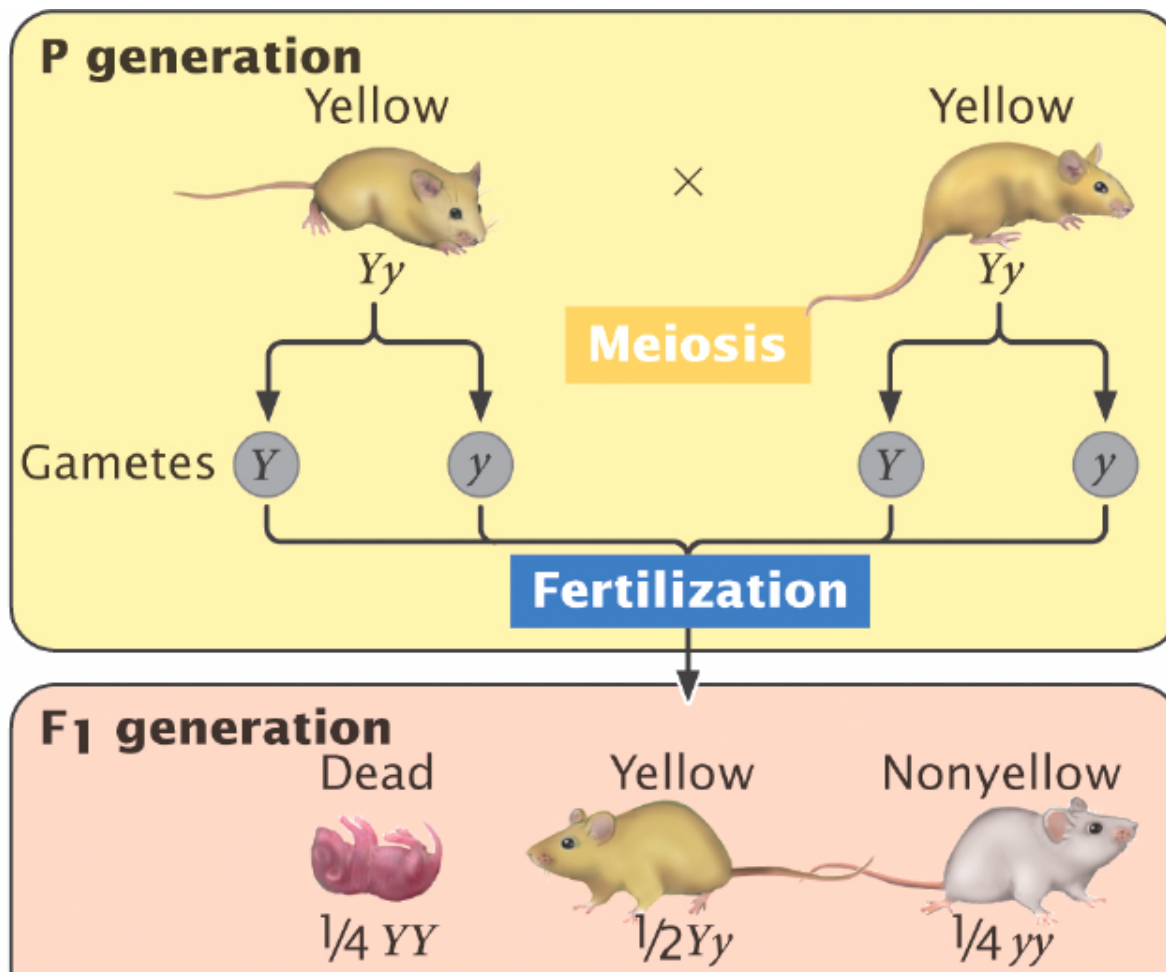
Cruce B



Cruce C



amarillo > agutí



**ALELOS
LETALES**

**Color del
pelaje de los
ratones**

OBSERVAMOS 2/3 AMARILLO : 1/3 GRIS



¿Segregación Independiente de los Alelos?

F₁ X
 AaBb AaBb

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F₂
 9/16AB 3/16Ab 3/16aB 1/16 ab

Los genes son independientes en su expresión fenotípica, los alelos A y a afectan sólo a la forma de la semilla mientras que los alelos B y b, afectan sólo al color.



Se pueden reconstruir la proporción 3:1 si consideramos los caracteres por separado.

Sin embargo...

Existe **INTERACCIÓN GÉNICA**: genes de un locus múltiple determinan un único fenotipo

Los genes de cada locus son independientes y segregan independientemente en meiosis pero contribuyen de forma conjunta a determinar una característica fenotípica única.

Cooperación de Genes

Genes que modifican la acción de otros

Genes que ocultan la acción de otros (Epistáticos)

FENOTIPOS PRODUCIDOS POR LA COOPERACIÓN DE GENES

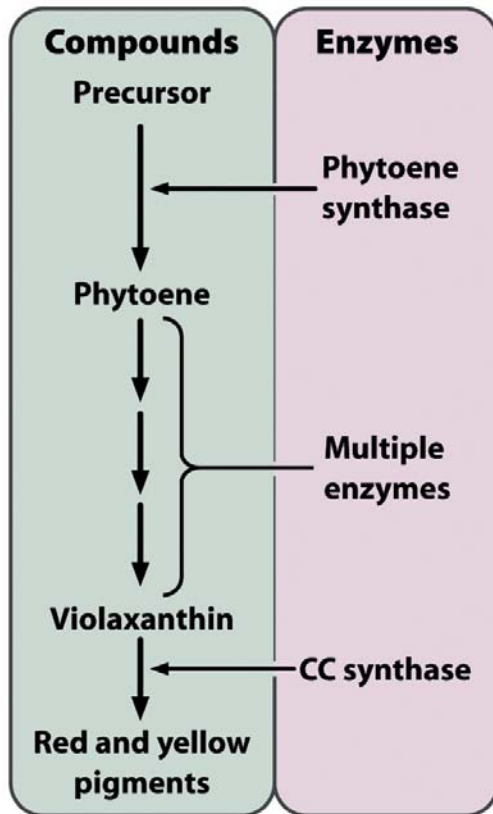


Figure 5-7
Genetics: A Conceptual Approach, Third Edition
© 2009 W. H. Freeman and Company

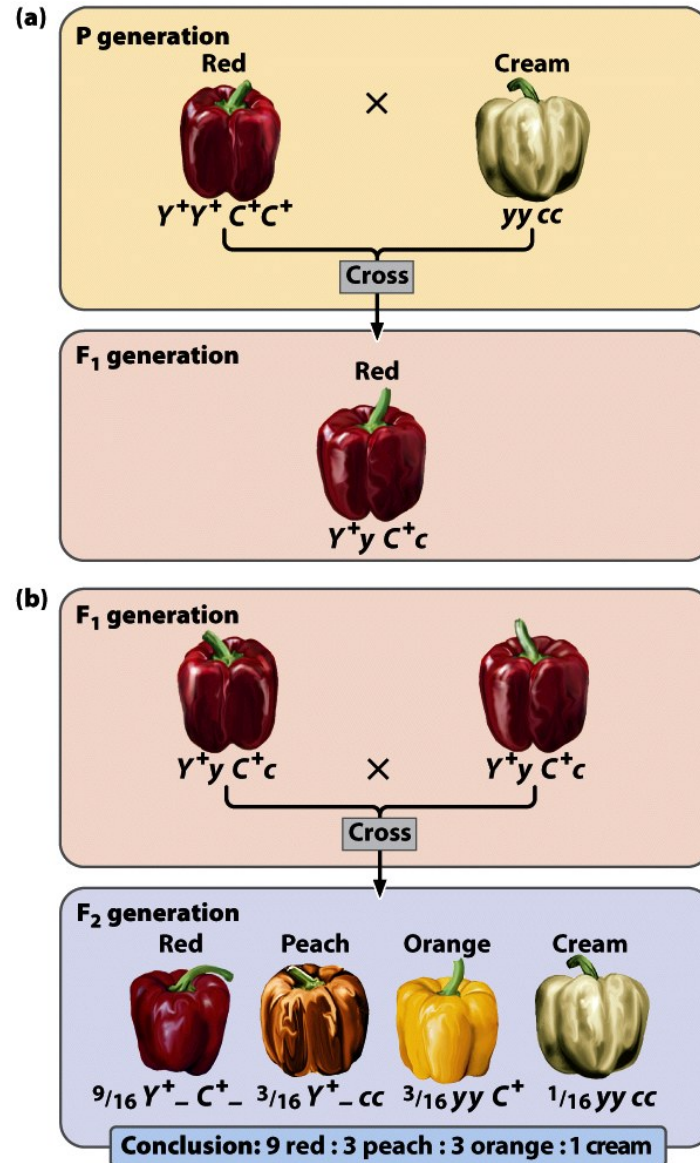


Figure 5-6
Genetics: A Conceptual Approach, Third Edition
© 2009 W. H. Freeman and Company

FENOTIPOS PRODUCIDOS POR LA COOPERACIÓN DE GENES

Roseta



AAbb

Guisante



aaBB

1ª Generación Filial F₁



Nuez (AaBb)



Nuez
9 A-B-



Roseta
3 A-bb



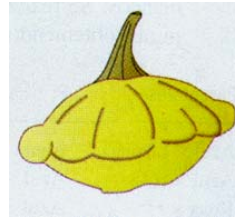
Guisante
3 aaB-



Aserrada
1 aabb

Proporción F₂ : 9 Nuez : 3 Roseta : 3 Guisante : 1 Aserrada

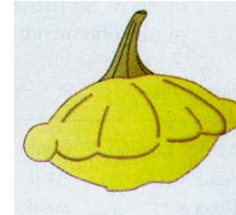
**FENOTIPOS
PRODUCIDOS POR LA
COOPERACIÓN DE
GENES**



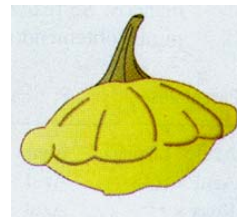
Discoidal
AABB



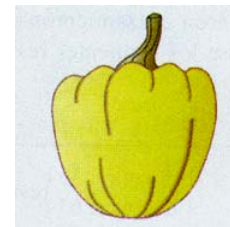
Alargado
aabb



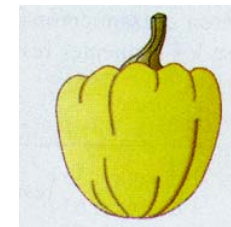
Discoidal
AaBb



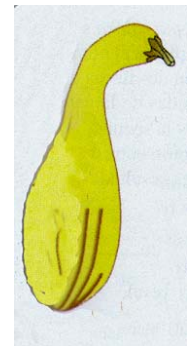
Discoidal



Esférico



Esférico



Alargado

F₂

(9)A-B-

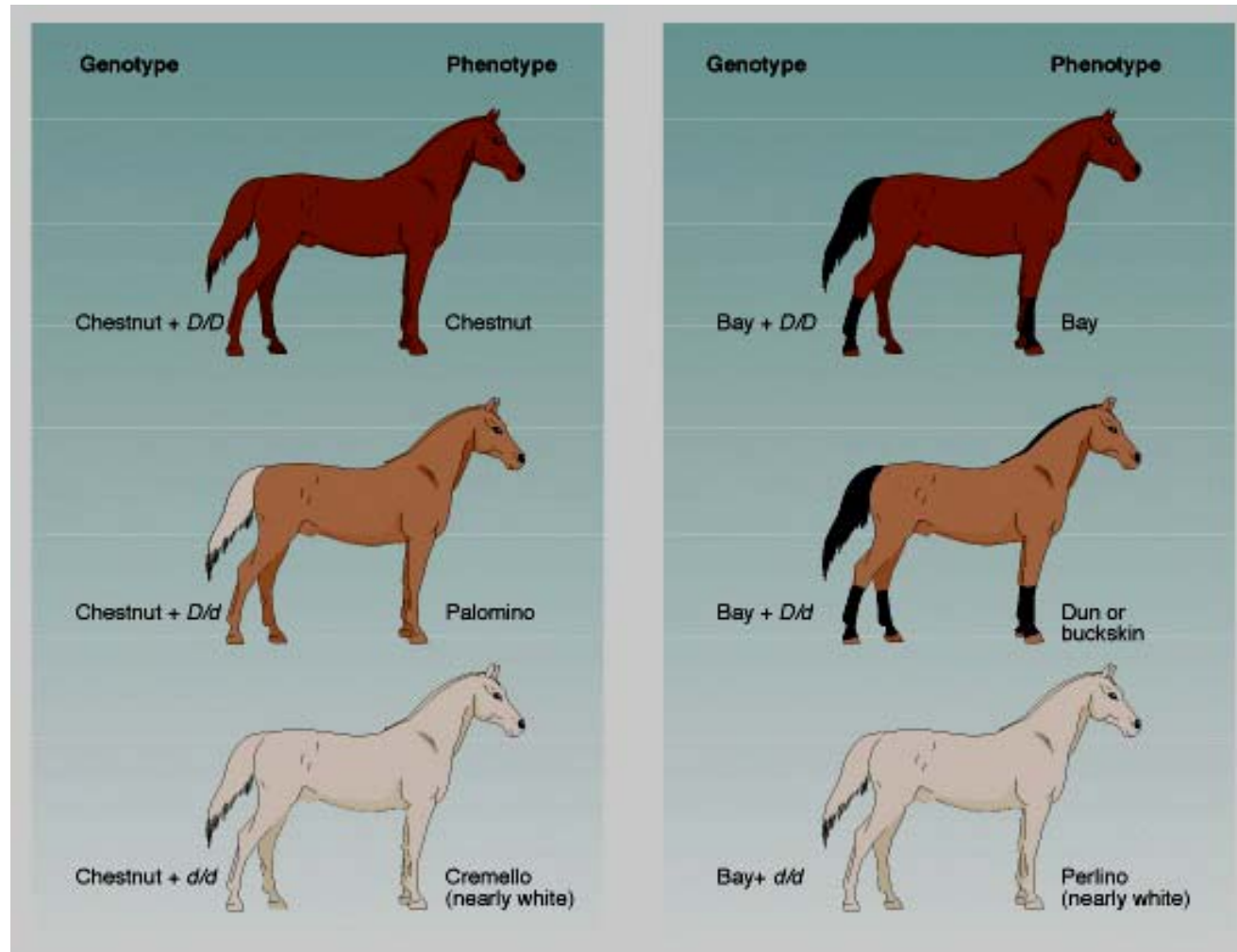
(3)A-bb

(3)aaB-

(1)aabb

Proporción F₂ 9 : 6 : 1

FENOTIPOS PRODUCIDOS POR GENES QUE MODIFICAN LA ACCIÓN DE OTROS



***d*: diluye el color (modificador)**

Epistasis

Interacción génica en la que un gen enmascara (oculta) el efecto de otro gen **de otro locus diferente**



** No afecta al modo de herencia, ya que segregan independientemente.*

FENOTIPOS PRODUCIDOS POR GENES EPISTÁTICOS

Tipo de interacción	<i>Genotipos</i>			
	A-B-	A-bb	aaB-	aabb
Proporciones mendelianas	9	3	3	1
Epistasis Simple Dominante	12		3	1
Epistasis Simple Recesiva	9	3	4	
Epistasis Doble Dominante	15			1
Epistasis Doble Recesiva	9	7		
Epistasis Doble Dominante-Recesiva	13		3	



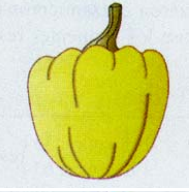
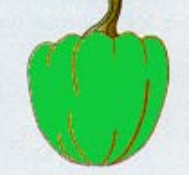
Epistasis simple dominante 12:3:1

Color fruto de la calabaza

B: amarillo

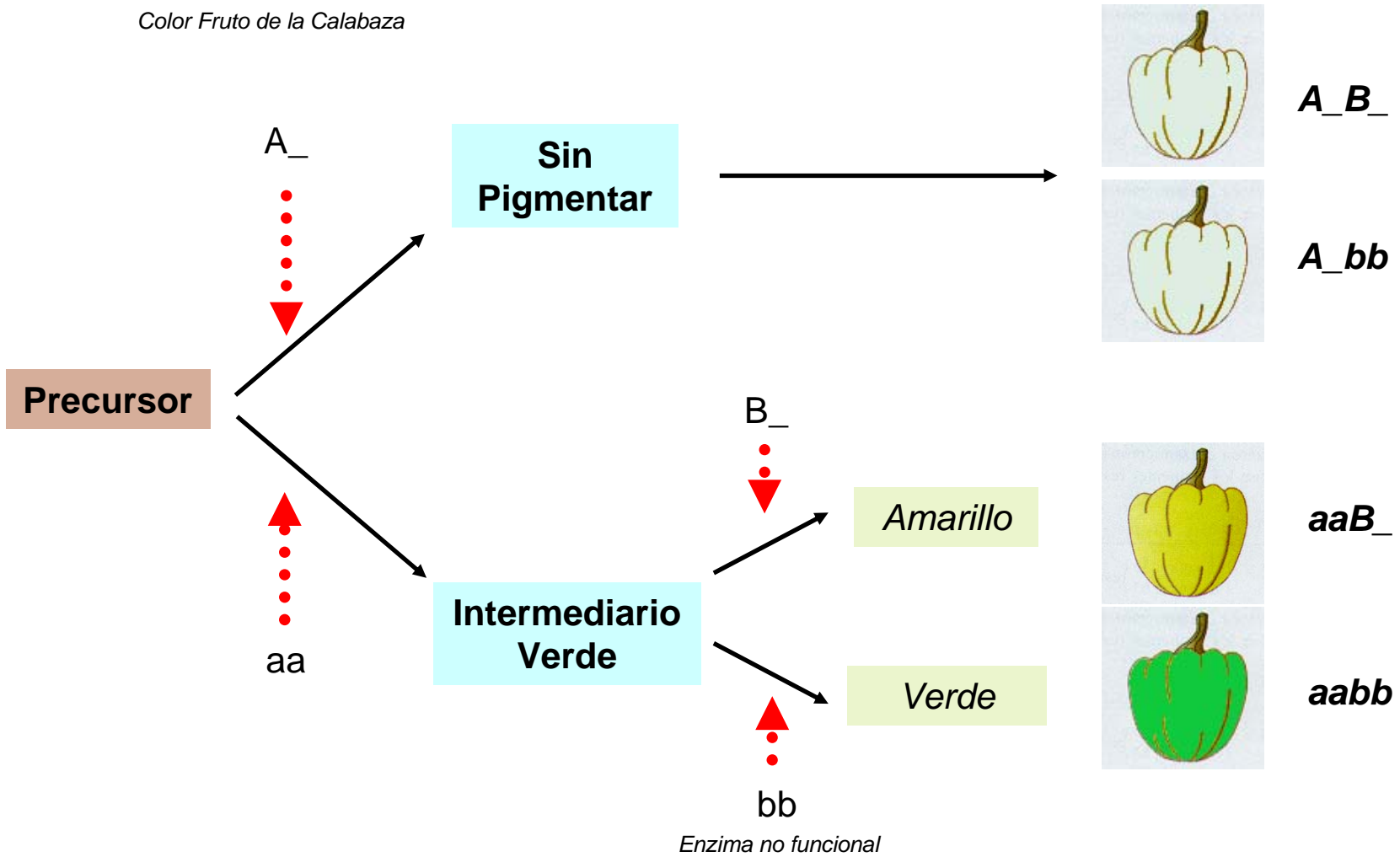
b: verde

A: blanco (epistático sobre B)

9	A-B-		}	12
3	A-bb			
3	aaB-		3	
1	aabb		1	

Epistasis Simple Dominante 12:3:1

Color Fruto de la Calabaza



Epistasis simple recesiva 9:3:4

Pelaje de mamíferos

B: negro
b: marrón
e: dorado (epistático sobre B)

9

B-E-



9

3

bbE-



3

3

B-ee



4

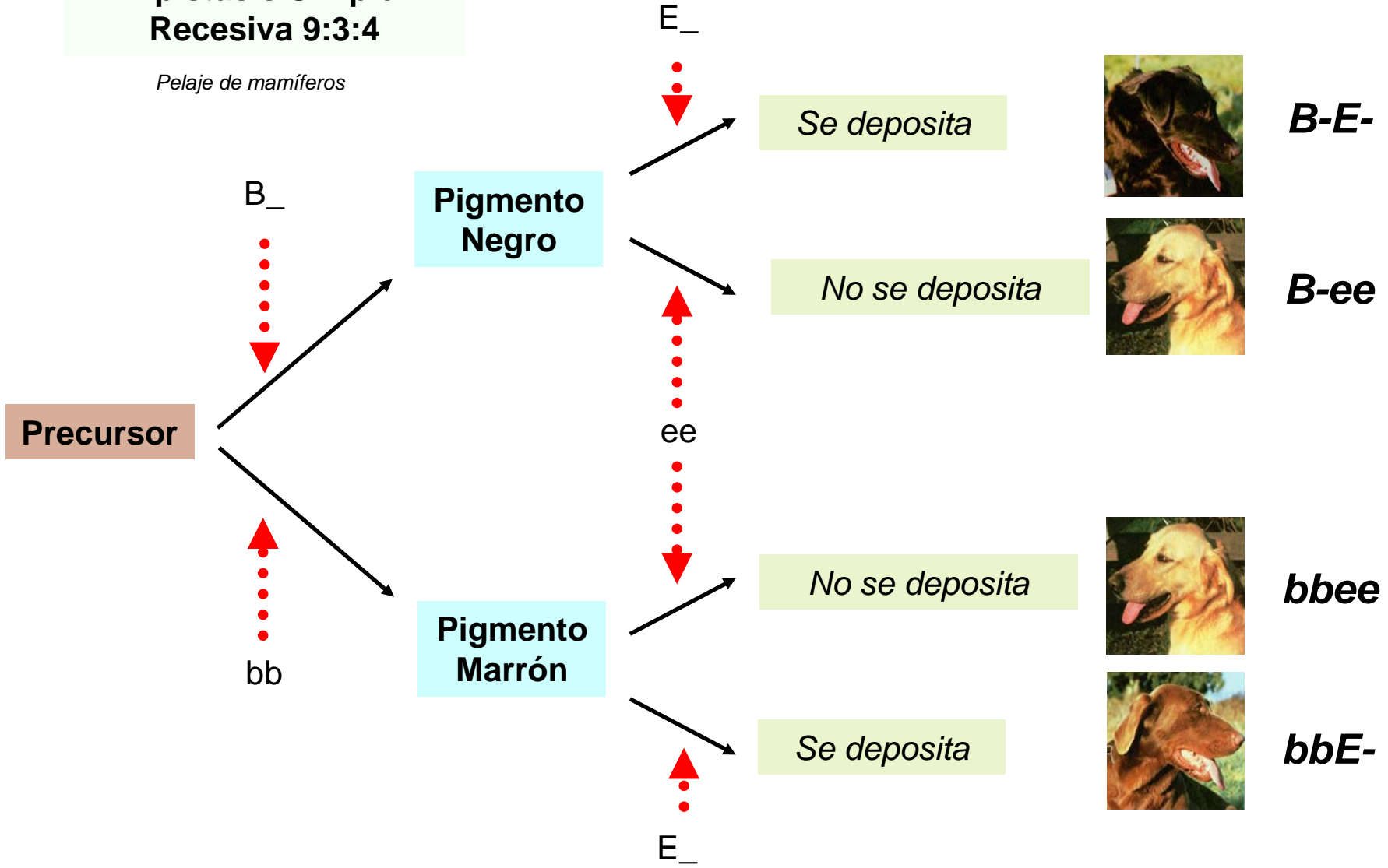
1

bbee



Epistasis Simple Recesiva 9:3:4

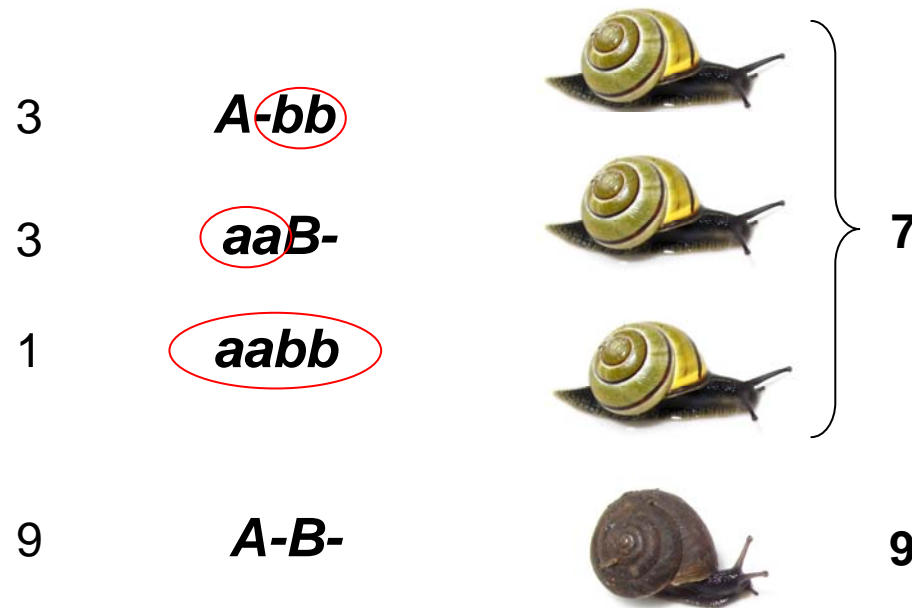
Pelaje de mamíferos



Epistasis doble recesiva 9:7

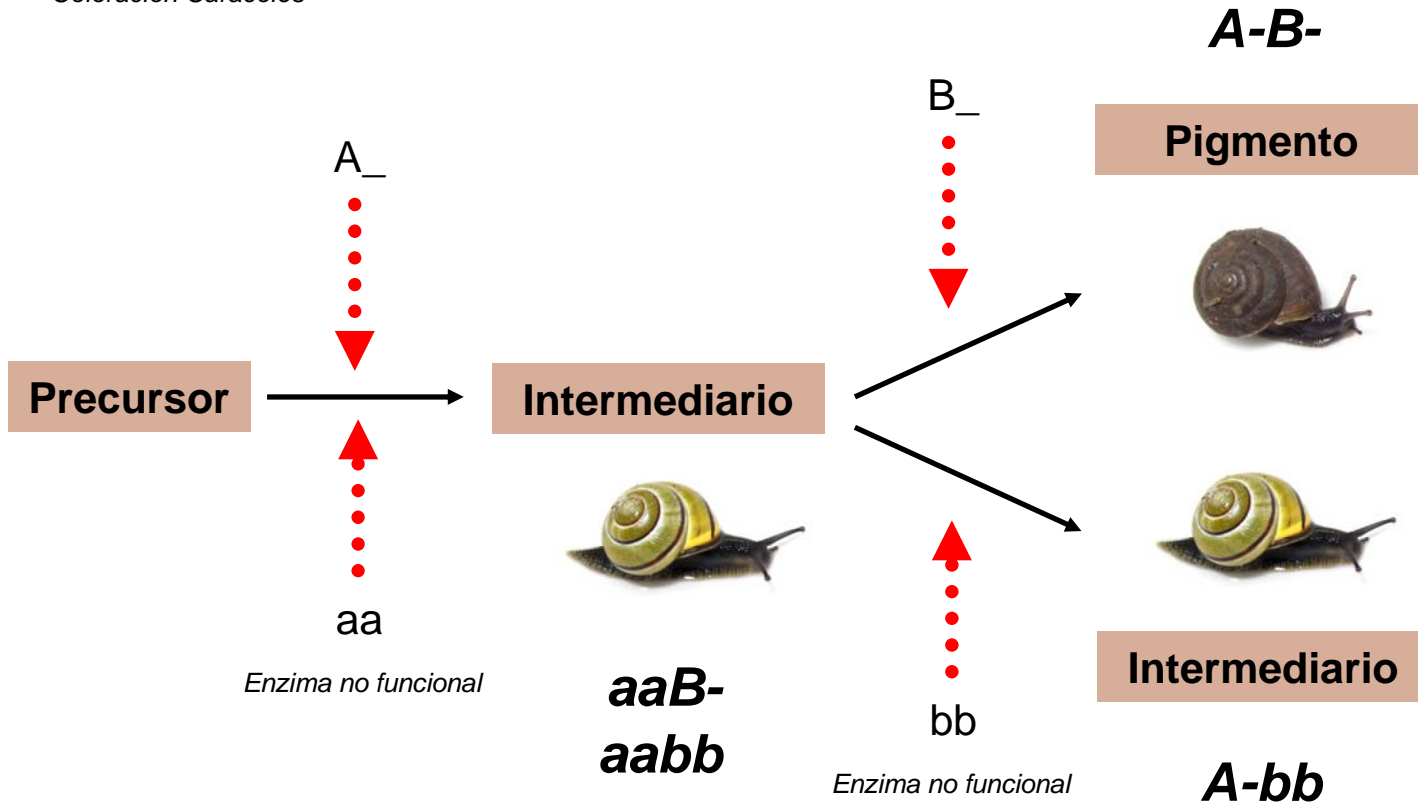
Coloración caracoles

A o B: pigmentado
b: blanco
a: blanco



Epistasis Doble Recesiva 9:7

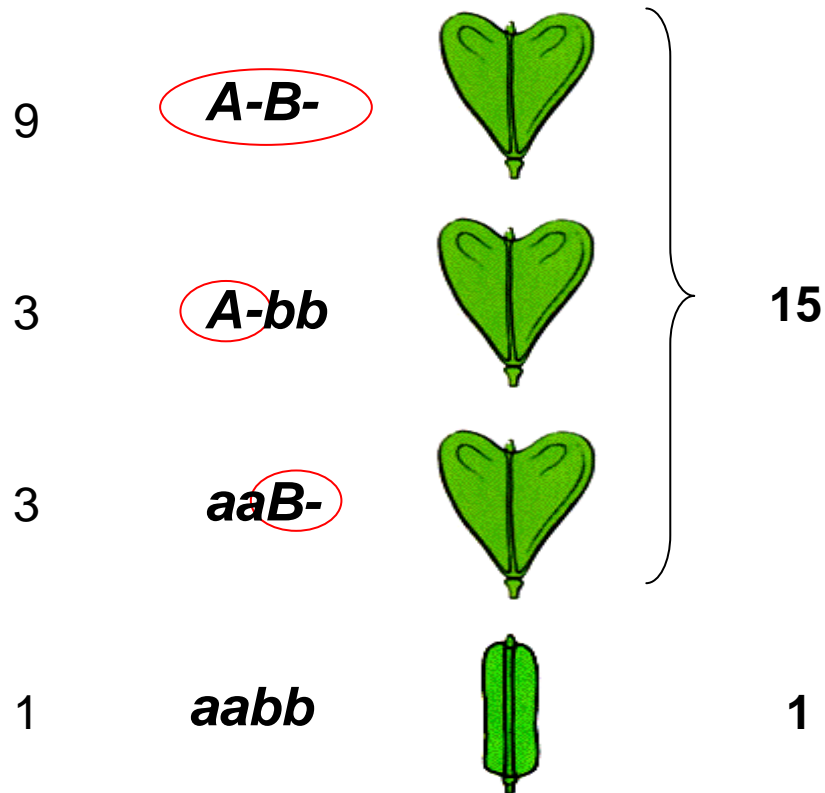
Coloración Caracoles



Epistasis doble dominante 15:1

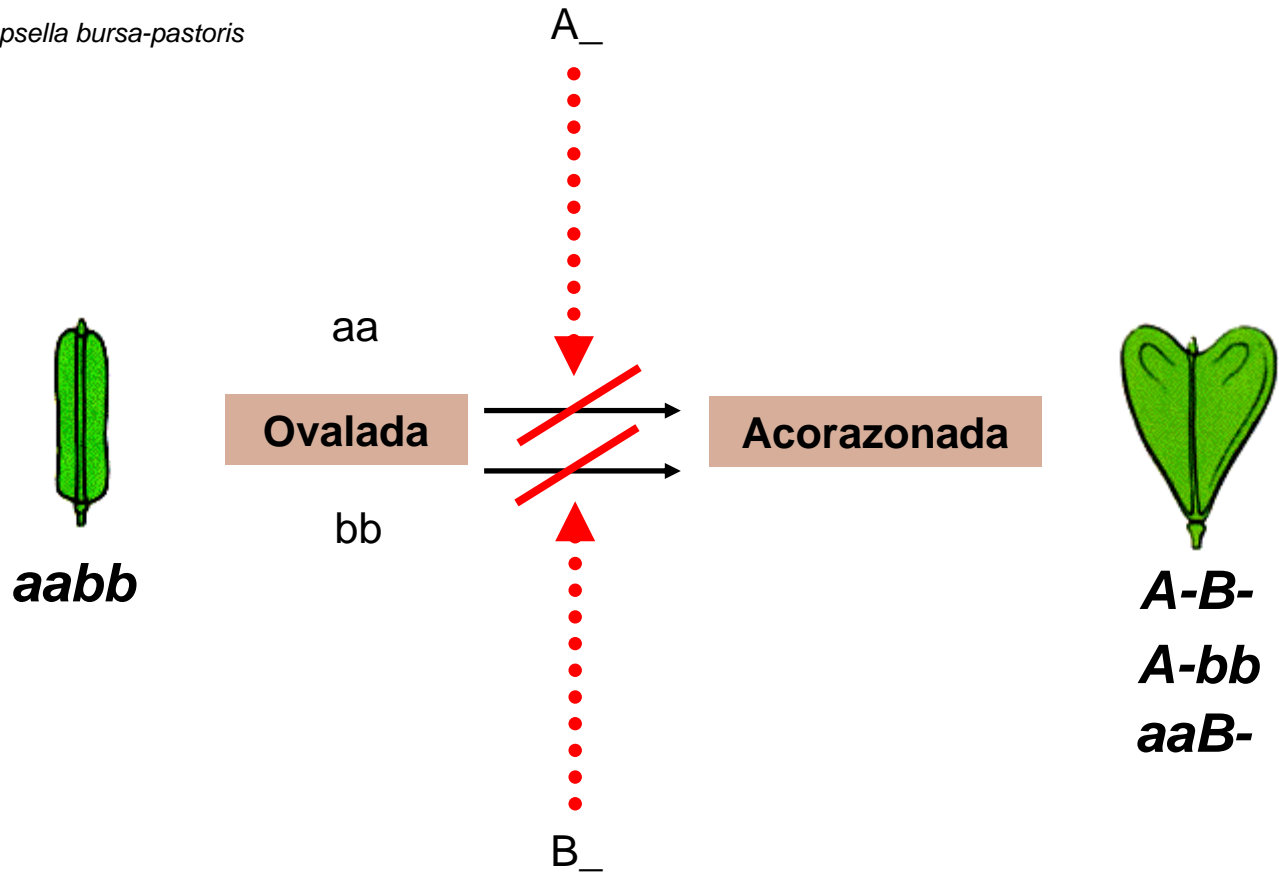
Morfología Fruto Capsella bursa-pastoris

A o B: acorazonada
a y b: estrecha



Epistasis Doble Dominante 15:1





Morfología *Capsella bursa-pastoris*



Epistasis doble dominante-recesiva 13:3

Color plumaje de las gallinas

K: pigmentación
k: blancas
D: alelo supresor dominante

9	K-D-		}	13
3	kkD_			
1	kkdd			
3	K_dd			3

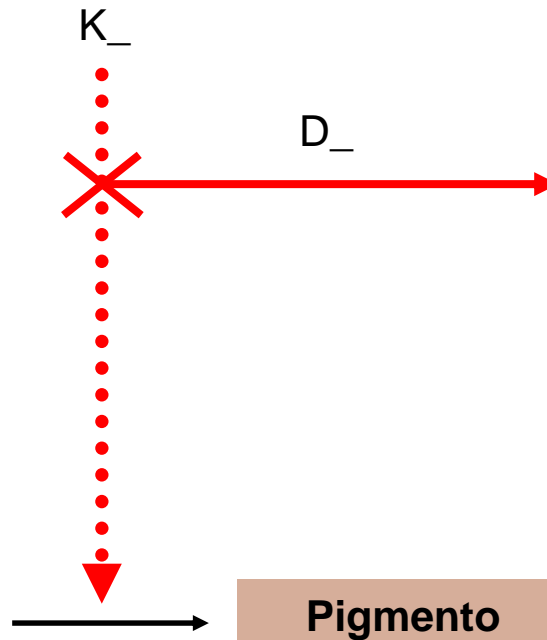
Epistasis Doble Dominante-Recesiva 13:3

Coloración plumaje gallinas



kkdd

Precursor Incoloro



K_ D_
kkD_



K_ dd

Interacciones génicas: Tipos

No epistáticas	{	9:6:1	9:6:1
		9:3:3:1	9:3:3:1
		Otros (efectos aditivos)	

Epistáticas <small>(el alelo de un gen influye en la manifestación fenotípica de alelos del otro gen)</small>	{	Simple	{	Dominante	12:3:1
			{	Recesiva	9:3:4
	{	Doble	{	Dominante	15:1
			{	Recesiva	9:7
			{	Dominante y recesiva	13:3

LA EXPRESIÓN FENOTÍPICA NO SIEMPRE ES PRODUCTO DE LA EXPRESIÓN DE MUCHOS GENES

Pleiotropía



Un Gen, muchos fenotipos

Fenilcetonuria: se debe a un alelo recesivo (exceso del aminoácido fenilalanina, deficiencia de tirosina, retraso mental, tienen los ojos azules, piel clara, oscurecimiento de la orina, lesiones del sistema nervioso central).



LA EXPRESIÓN FENOTÍPICA NO SIEMPRE ES EL REFLEJO DIRECTO DEL GENOTIPO

Penetrancia



Porcentaje de individuos de un genotipo determinado que muestra realmente el fenotipo asociado a dicho genotipo

Polidactilia Humana

dedos extras en pies y manos causado por un alelo dominante. Hay individuos con ese alelo y tienen un número de dedos normal.

Intensidad con la que se expresa fenotípicamente un genotipo determinado

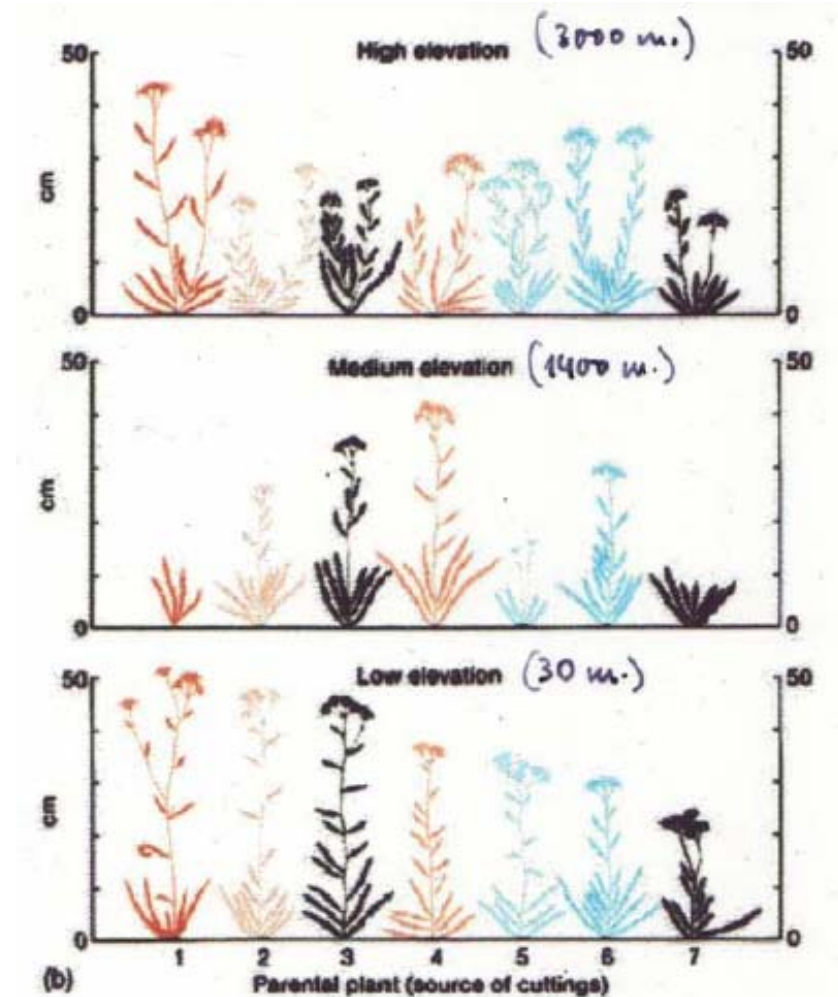
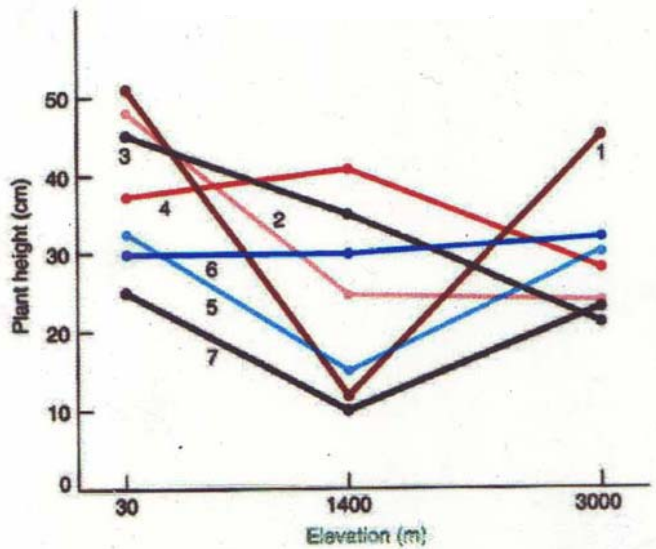
Expresividad

Polidactilia Humana

algunos individuos poseen dedos extras en manos y pies funcionales, mientras que en otros son meros apéndices.

GENOTIPO Y EFECTOS AMBIENTALES

Aquilegia millefolium



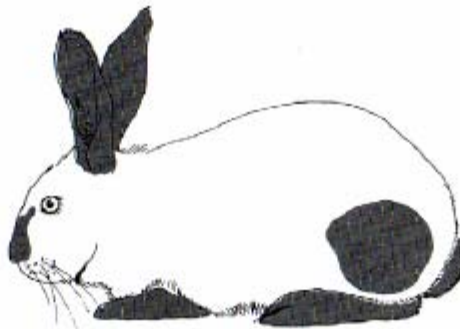
GENOTIPO Y EFECTOS AMBIENTALES



White extremities,
reared at $>30^{\circ}\text{C}$



Normal
Himalayan pattern,
reared at 25°C



Himalayan pattern
with dark patch
on flank, reared at
 25°C , flank cooled
to below 25°C

Alelo sensible a la temperatura: la expresión de algunos genotipos depende de manera crítica de la presencia de un ambiente específico.

GENOTIPO Y EFECTOS AMBIENTALES

FENOCOPIA

Los factores ambientales pueden producir por sí solos un fenotipo igual al producido por un determinado genotipo

Mutación autosómica recesiva de la mosca de la fruta “sin ojos”= ojos muy reducidos

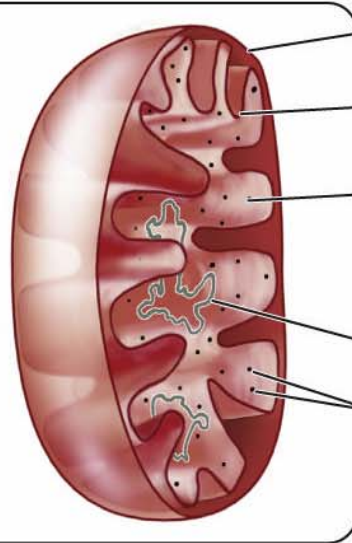
Exposición de las larvas normales a metaborato de sodio = sin ojos

HERENCIA CITOPLASMÁTICA

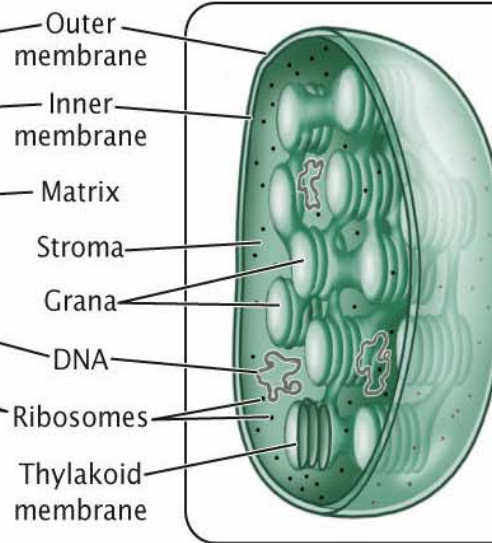
Mitochondrion



0.5-1.0 μm



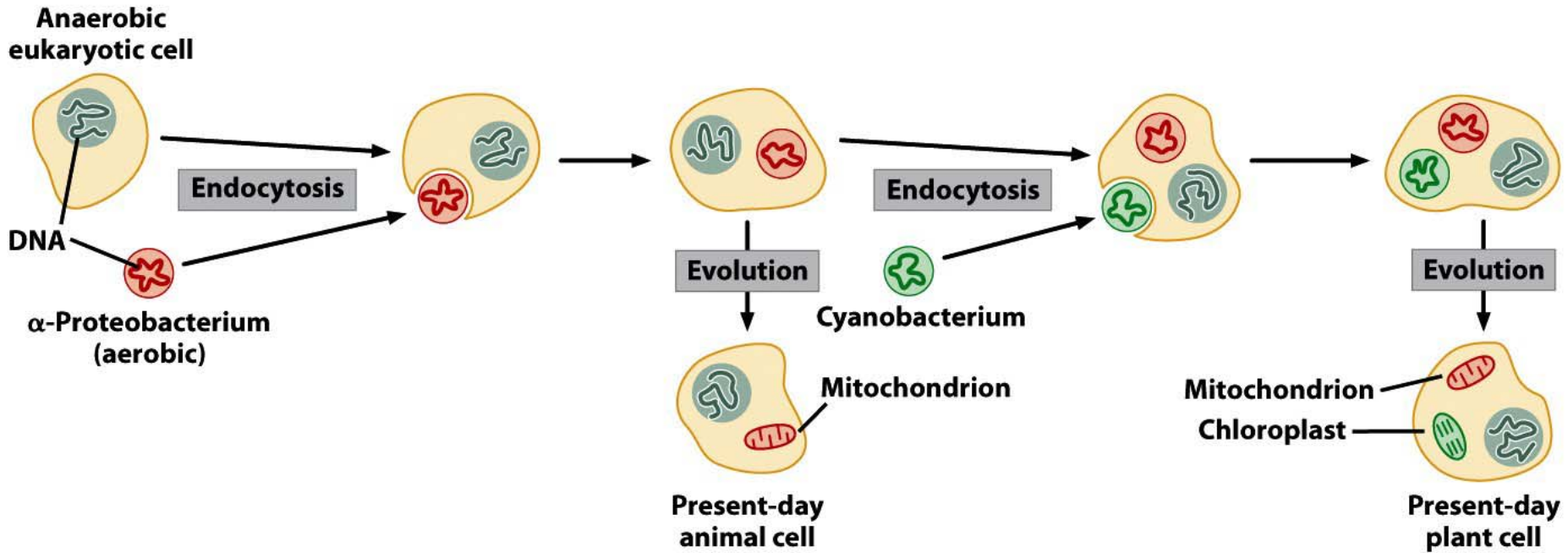
Chloroplast



4-6 μm



TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

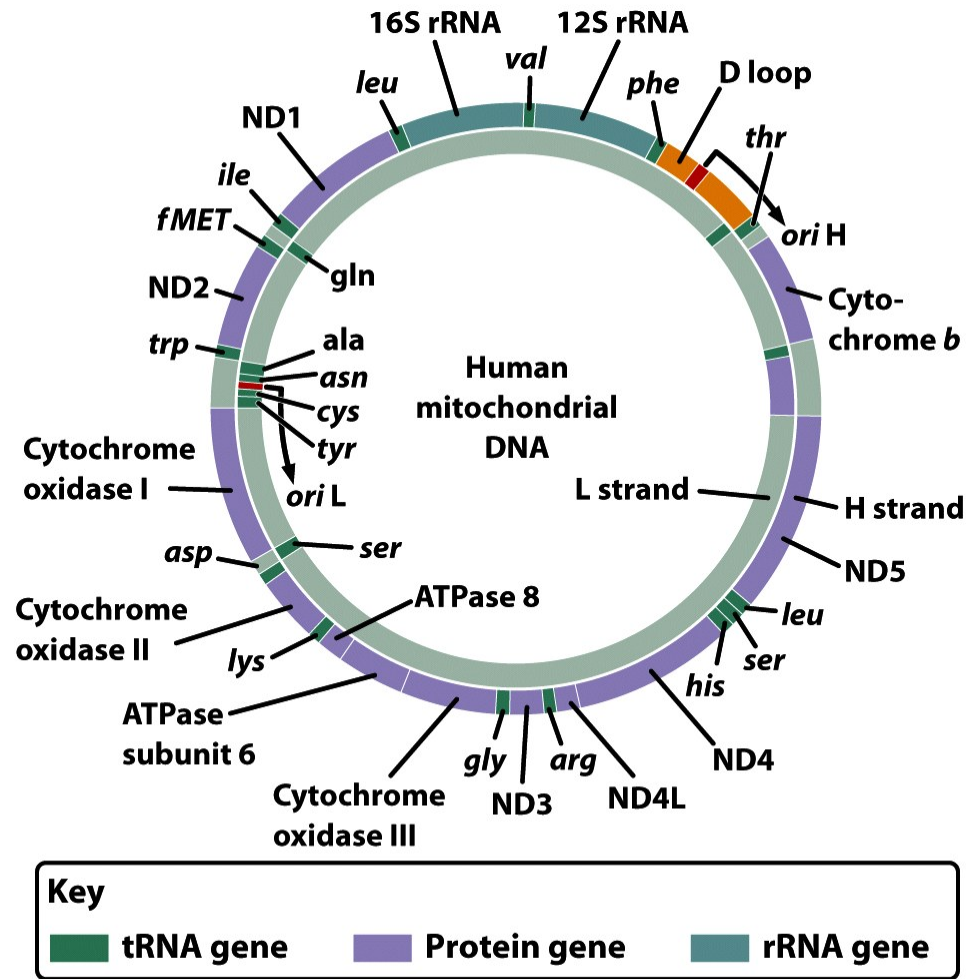


Evidencias a favor de esta teoría

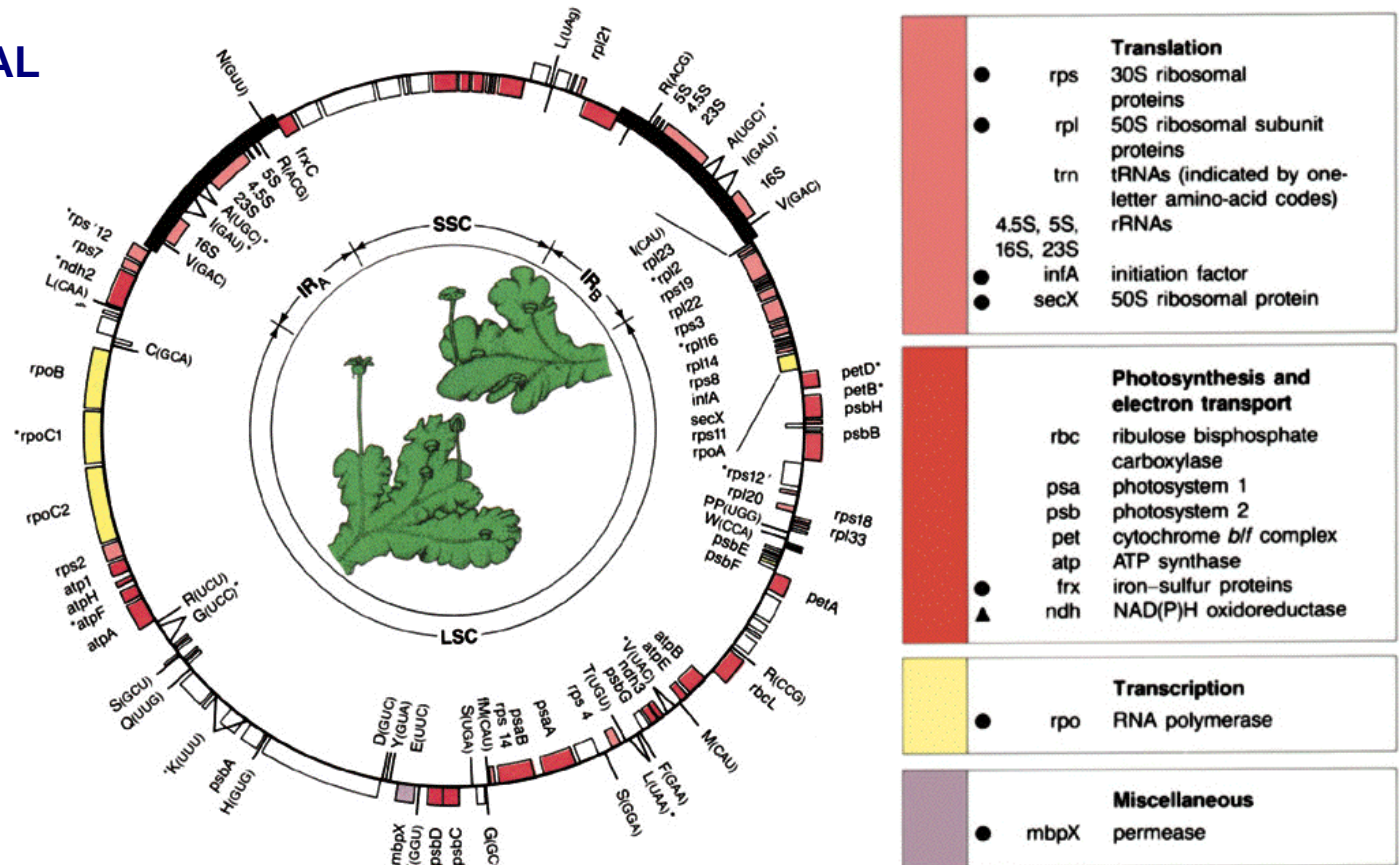
- Mit y Cp tienen un **tamaño** similar a las eubacterias y poseen su propio ADN (que es similar al ADN eubacteriano).
- Tienen **ribosomas** (de tamaño y estructura similar al de las eubacterias).
- Antibióticos** que inhiben la síntesis de proteínas en eubacterias, también inhiben la síntesis de proteínas en Mit y Cp.
- ARN ribosómico y genes que codifican proteínas** de las Mit y Cp están estrechamente relacionadas con las secuencias de los genes de eubacterias.

GENOMA MITOCONDRIAL

- Pequeño tamaño.
- Abundante en la célula.
- Cadena ligera L/ cadena pesada H con diferente composición de bases
- Excepciones al código universal
(AGA= arginina / STOP en mt mamíferos)
- Se sintetiza durante todo el ciclo celular
- Tasa de evolución muy alta, (se utiliza en estudios evolutivos).



GENOMA CLOROPLASTIDIAL



-Pequeño tamaño.

-Abundante en la célula.

-Tasa de evolución lenta en comparación con mitocondrial y nuclear.

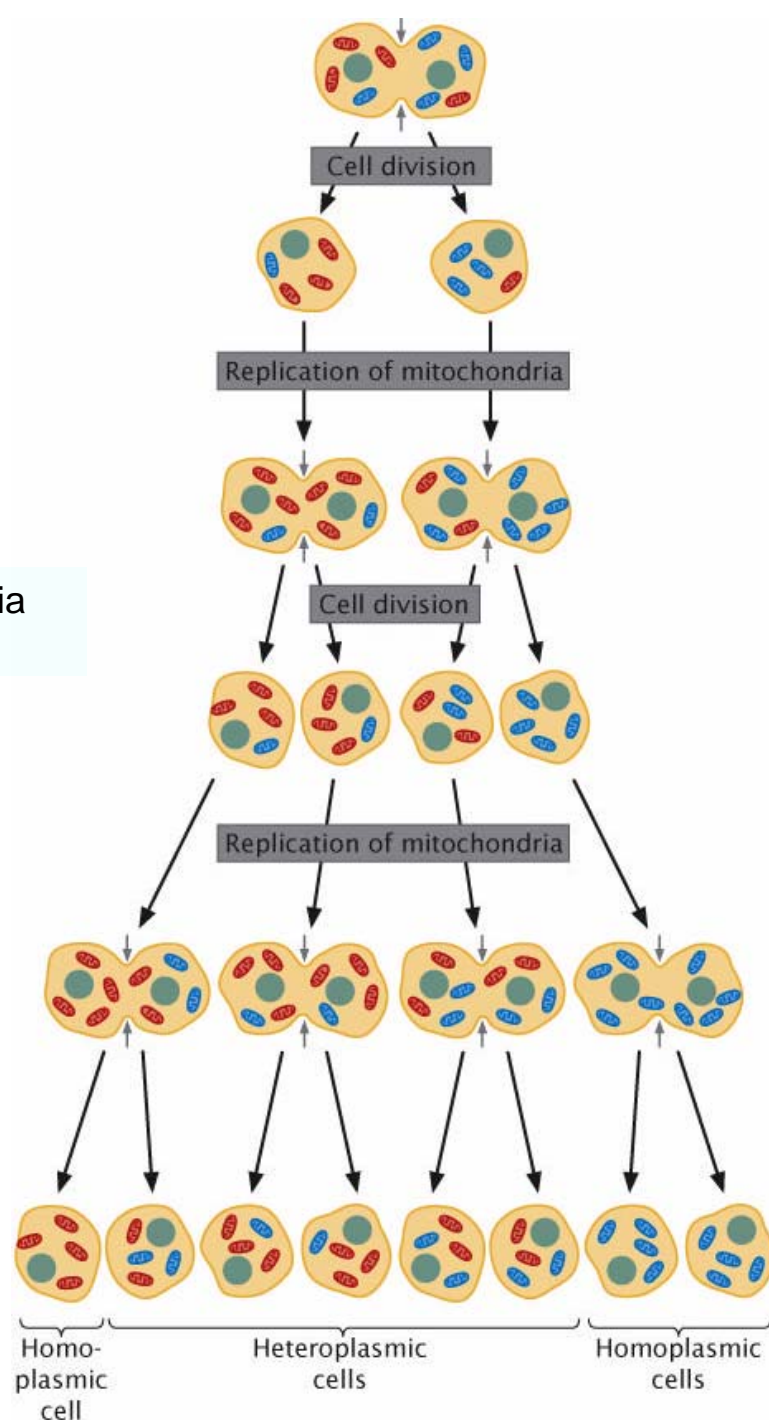
SEGREGACIÓN REPLICATIVA

Cuando una célula heteroplásmica se divide, los orgánulos se distribuyen al azar

Herencia uniparental: normalmente, herencia materna

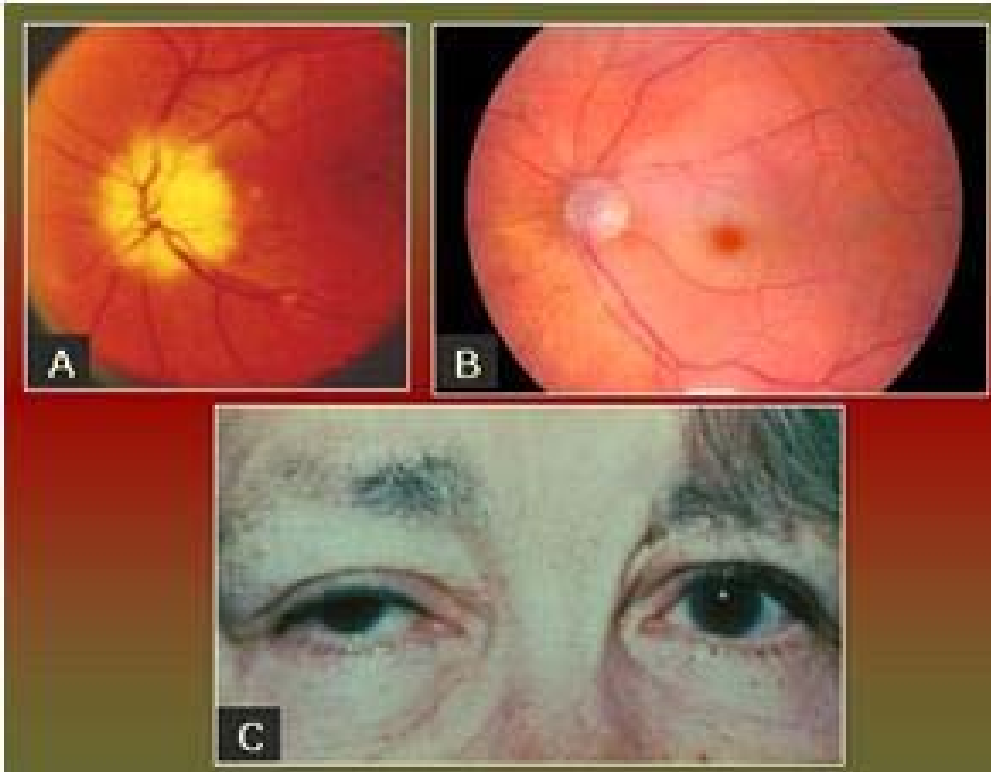
Diferencias entre **cruces recíprocos**

A partir de una misma madre, individuos de la progenie pueden tener fenotipos diferentes. **Gran variación fenotípica** (proporciones variadas de los genes citoplasmáticos)



HERENCIA CITOPLASMÁTICA

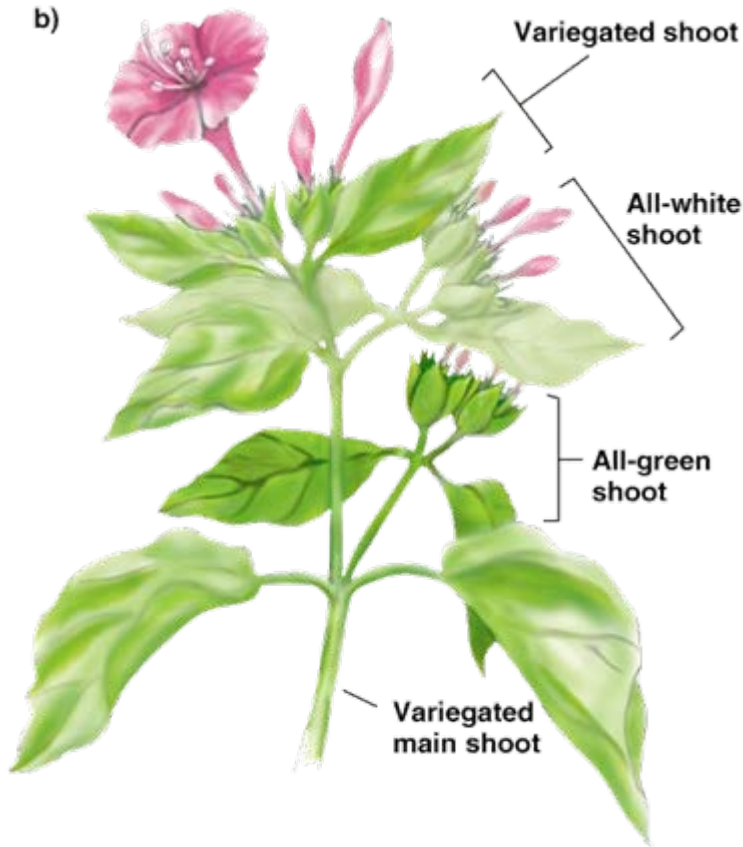
Herencia Mitocondrial en Humanos



Neuropatía óptica hereditaria de Leber

Pérdida rápida de visión en ambos ojos como resultado de la muerte de células del nervio óptico. Este rasgo siempre pasa de la madre a los descendientes.

HERENCIA CITOPLASMÁTICA



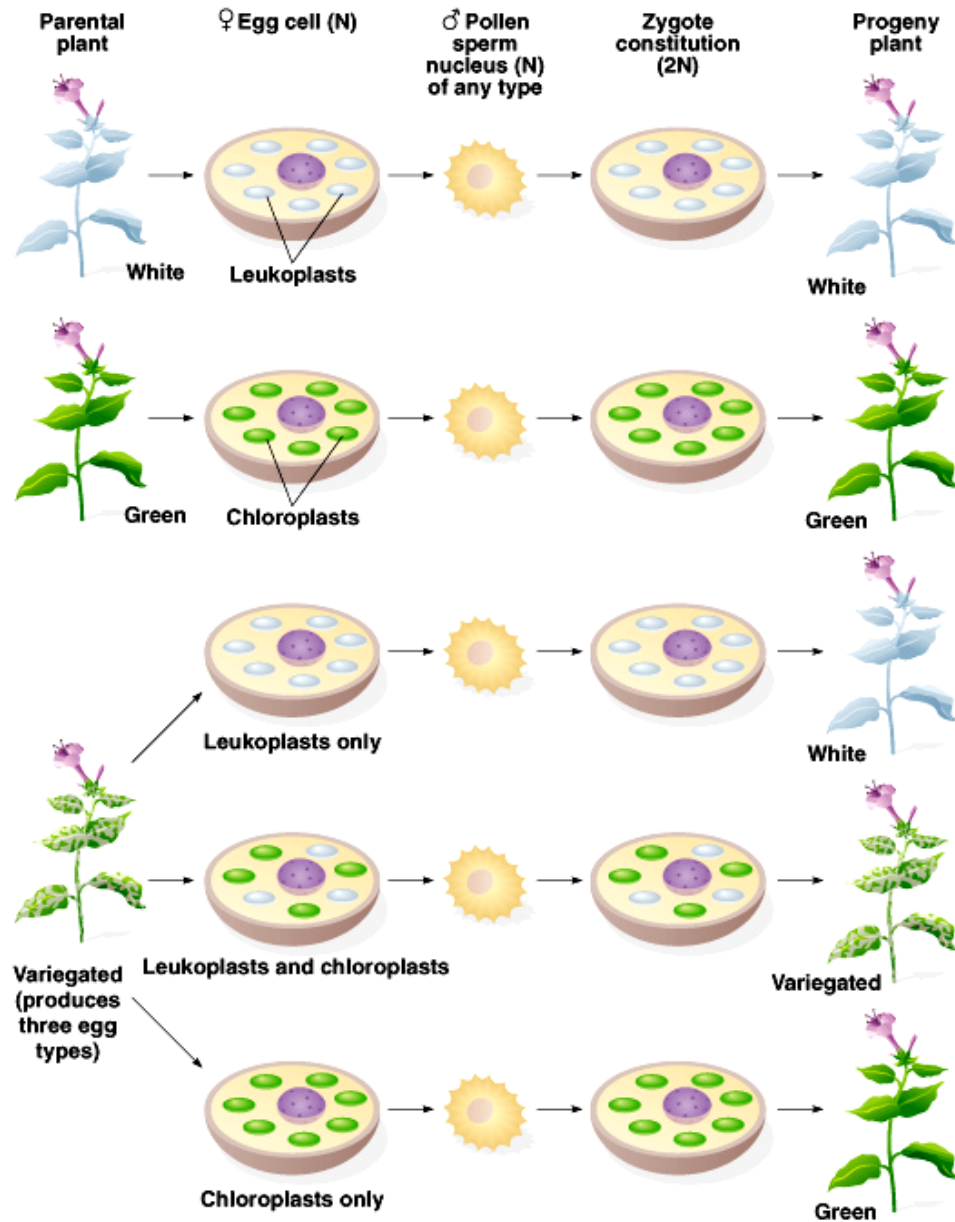
Mirabilis jalapa

La herencia citoplasmática fue reconocida por Carl Correns como una de las primeras excepciones a los principios de Mendel

HERENCIA CITOPLASMÁTICA

Fenotipo rama que aporta el óvulo	Fenotipo rama que aporta el polen	Fenotipo de la descendencia
Blanco	Blanco	Blanco
Blanco	Verde	Blanco
Blanco	Jaspeado	Blanco
Verde	Blanco	Verde
Verde	Verde	Verde
Verde	Jaspeado	Verde
Jaspeado	Blanco	Jaspeado, Verde o Blanco
Jaspeado	Verde	Jaspeado, Verde o Blanco
Jaspeado	Jaspeado	Jaspeado, Verde o Blanco

HERENCIA CITOPLASMÁTICA



Llegados a este punto es necesario saber diferenciar...

Genes Ligados al Sexo

Genes Citoplasmáticos

La aportación genética de machos y hembras a la descendencia no es la misma. Se obtienen diferencias en los cruzamientos recíprocos.

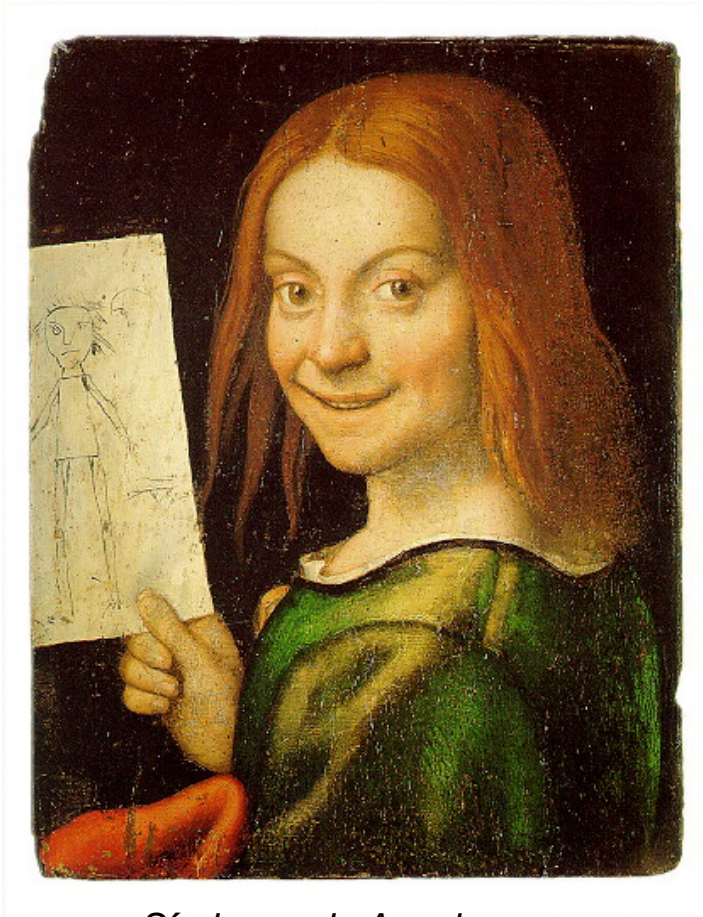
Impronta Genética

Genes con Efecto Materno

La aportación genética de machos y hembras a la descendencia es la misma (origen autosómico). Existen diferencias de expresión según de qué parental provenga.

Impronta Genética

Expresión diferencial de un gen que depende del sexo del progenitor que lo transmitió.



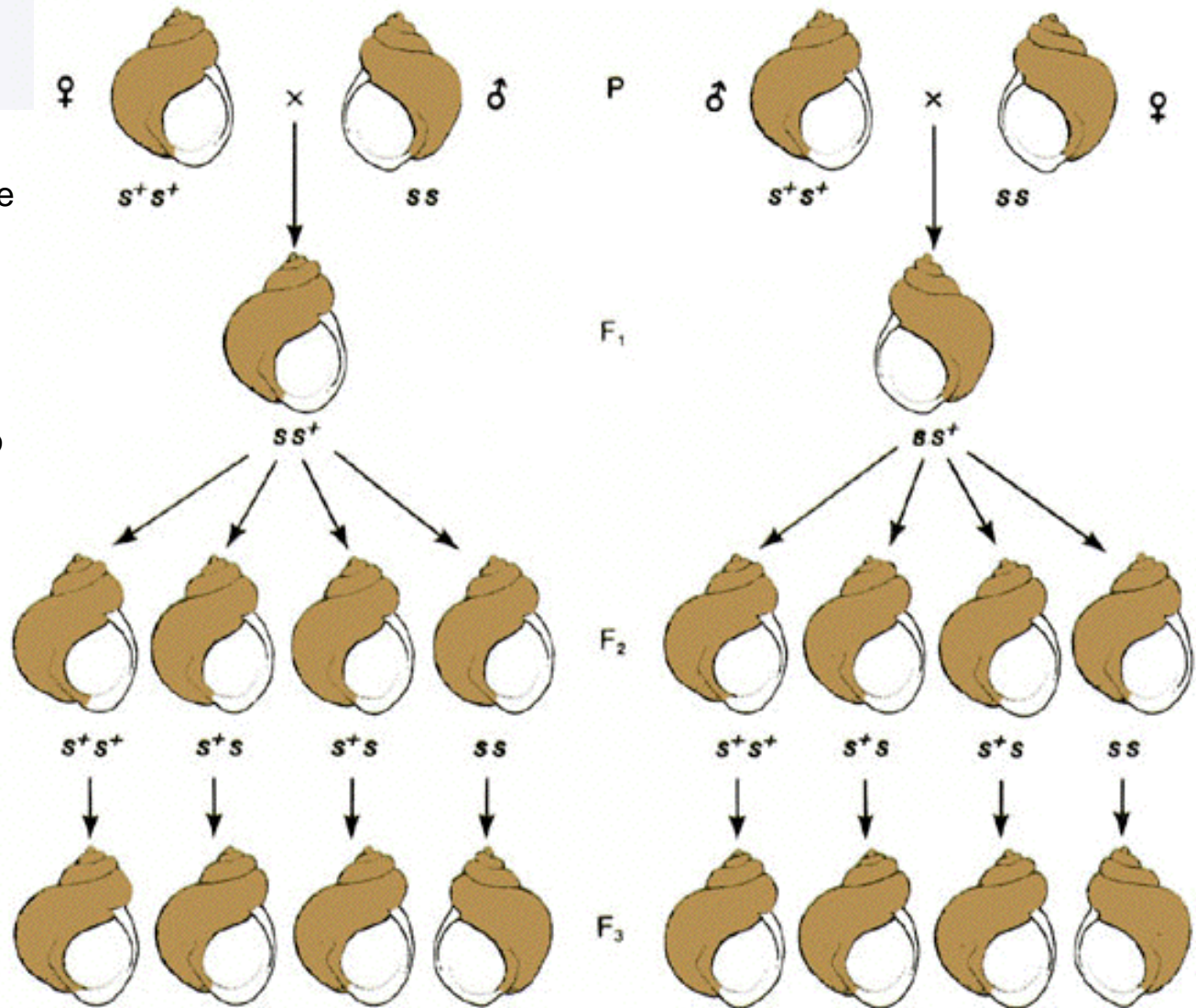
Síndrome de Angelman



Síndrome de Prader-Willi

Genes con Efecto Materno

La descendencia hereda de ambos progenitores los genes para sus características, pero el fenotipo de la descendencia no está determinado por su propio genotipo, sino que por el genotipo de la madre.



Limnaea peregra