



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria



Curso
Genética Animal

MENDEL Y SU TRABAJO EXPERIMENTAL HERENCIA MONOHÍBRIDA Y DIHÍBRIDA

Dr. Lenin Maturrano Hernández
Profesor Principal DE.
Laboratorio de Zootecnia y Producción Agropecuaria
Laboratorio de Biología y Genética Molecular

Johann Gregor Mendel (1822-1884)



- Considerado padre de la Genética
- En 1843 ingresó en el monasterio de Brunn
- En 1865 leyó ante la Sociedad de Historia Natural de Brunn sus descubrimientos, pasó inadvertida.
- Murió en Brunn, casi ignorado.
- A principios del siglo XX, el holandés Hugo de Vries, Correns (en Alemania), Tschermak (en Austria) y Beteson (en Inglaterra), redescubren la olvidada monografía de Mendel, repiten sus experimentos y comprueban sus proporciones matemáticas

- Las leyes de Mendel explican la forma en que los seres vivos heredan características de sus padres y antepasados.
- Estos caracteres pueden ser dominantes o recesivos.
- Los dominantes aparecen siempre en la progenie, mas no así los recesivos, que permanecen latentes, sin desaparecer totalmente, para surgir en generaciones posteriores.

CONCEPTOS

- GEN
- ALELOS
- LOCUS
- GENOTIPO
- FENOTIPO
- HOMOCIGOTO
- HETEROCIGOTO
- CARÁCTER CUALITATIVO
- CARÁCTER CUANTITATIVO



LOS CARACTERES ESTUDIADOS POR MENDEL

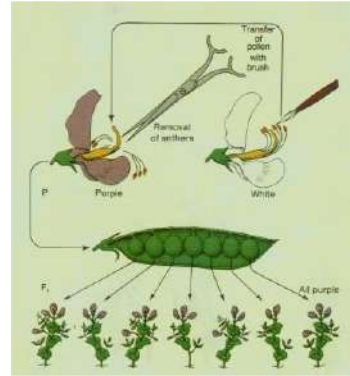
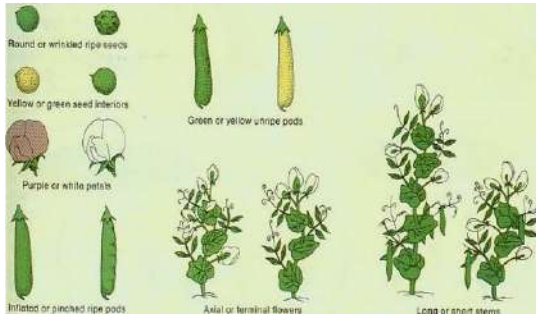
- Mendel trabajó en el guisante común *Pisum sativum* por 3 razones:
- Fácil cultivo y ciclo de vida corto.
- Caracteres discontinuos como color de flor o textura de semillas
- Fácil control de la polinización de la planta. Evita polen extraño y se puede hacer la fecundación cruzada.

LOS CARACTERES ESTUDIADOS POR MENDEL

Mendel centró su atención en:

- Textura de la semilla (lisa-rugosa).
- Color de las semillas (amarillo-verde).
- Color de la flor (púrpura-blanca).
- Forma de la vaina (inflado-contréñido).
- Color de la vaina (verde-amarilla).
- Posición de las flores en el tallo (axilar-terminal)
- Tamaño de la planta (tallo largo-tallo corto).

LOS CARACTERES ESTUDIADOS POR MENDEL



Método de cruzamiento empleado por Mendel

RESULTADOS DE TODOS LOS CRUZAMIENTOS DE MENDEL

Fenotipo parental	F ₁	F ₂	Relación F ₂
1. Semilla lisa x rugosa	Todas lisas	5474 lisas; 1850 rugosas	2,96:1
2. Semilla amarilla x verde	Todas amarillas	6022 amarillas; 2001 verdes	3,01:1
3. Pétalos púrpuras x blancos	Todas púrpuras	705 púrpuras; 224 blancos	3,15:1
4. Vaina hinchada x hendida	Todas hinchadas	882 hinchadas; 299 hendidas	2,95:1
5. Vaina verde x amarilla	Todas verdes	428 verdes; 152 amarillas	2,82:1
6. Flores axiales x terminales	Todas axiales	651 axiales; 207 terminales	3,14:1
7. Tallo largo x corto	Todos largos	787 largos; 277 cortos	2,84:1

Otro aspecto importante que utilizó fue lo de líneas puras, obtuvo plantas de arveja con una característica que le interesaba estudiar.

Luego cruzó dos variedades puras de arveja para la característica elegida, plantas de tallo alto con plantas de tallo enano, y analizó la descendencia.

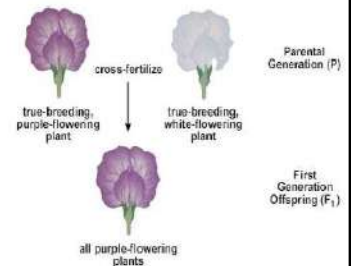
Las plantas obtenidas las denominó, primera generación final o **F₁**

HERENCIA MONOHIBRIDA

- Elección de plantas con caracteres alternativos bien diferenciados
- Control de la fecundación
- Selección en calidad de progenitores de plantas con caracteres puros en una serie de generaciones
- Control de cada uno de los caracteres alternativos por separado
- Control de la heredabilidad de cada carácter en una serie de generaciones
- Análisis cuantitativo de la progenie de cada planta híbrida

MONOHIBRIDISMO

Comprende solo un par de alelos de un carácter o gen en su sentido clásico.

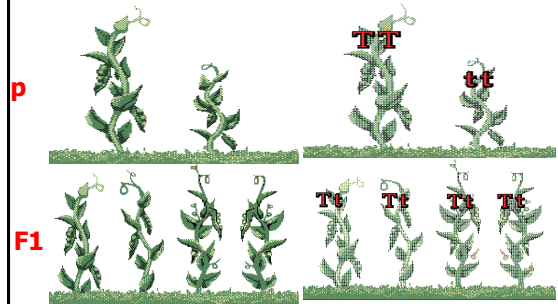


PRIMERA LEY DE MENDEL

Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación (F1).

cuando se cruzan dos variedades individuos de raza pura, ambos homocigotos, para un determinado carácter, todos los híbridos de la primera generación son iguales

PRIMERA LEY DE MENDEL

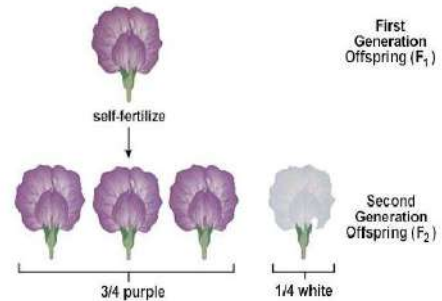


SEGUNDA LEY DE MENDEL

Ley de la Segregación Independiente de los Gametos.

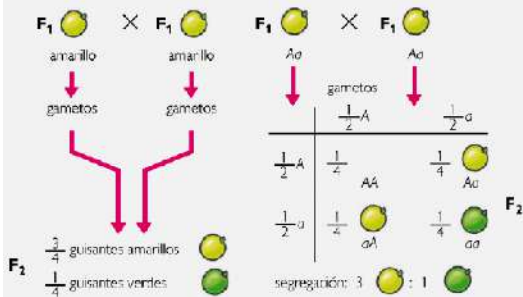
Mendel tomó plantas procedentes de las semillas de la primera generación (F1) del experimento anterior y las polinizó entre sí. Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción que se indica en la figura. Así pues, aunque el alelo que determina la coloración verde de las semillas parecía haber desaparecido en la primera generación filial, vuelve a manifestarse en esta segunda generación

Los alelos se segregan independientemente durante la meiosis. Mendel primeramente propuso que los alelos se segregan durante la formación de gametos.



OBSERVACIÓN

INTERPRETACIÓN DE MENDEL



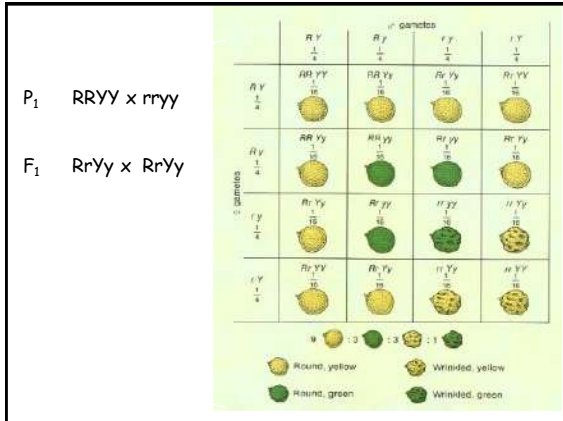
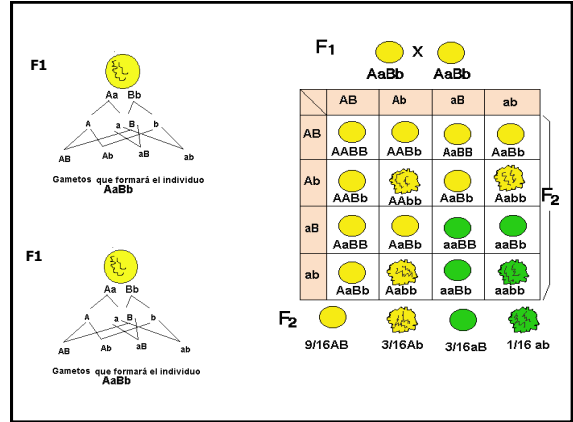
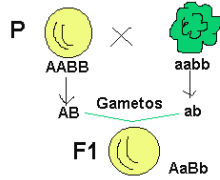
TERCERA LEY DE MENDEL

Ley de la Herencia Independiente de los Caracteres.

Los caracteres se heredan independientemente y hace referencia al caso de que se contemplan dos caracteres distintos (cruza dihíbrida). Cada uno de ellos se transmite siguiendo las leyes anteriores con independencia de la presencia del otro carácter

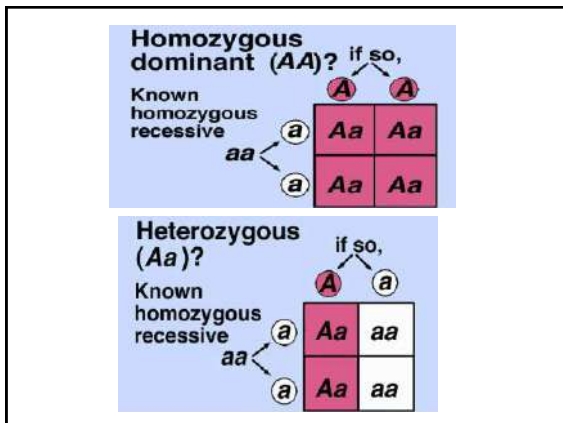
Herencia Dihíbrida

- Cuando estudiamos dos caracteres en vez de uno la cosa se complica, ya que en vez de un par de cromosomas, van a intervenir dos pares de cromosomas, un par con los alelos del color de la semilla, y otro par con los alelos de la forma.

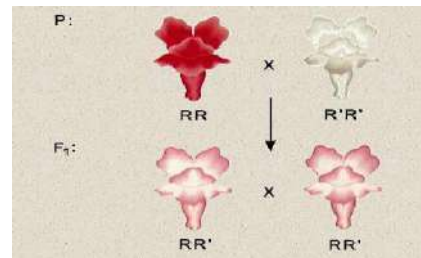


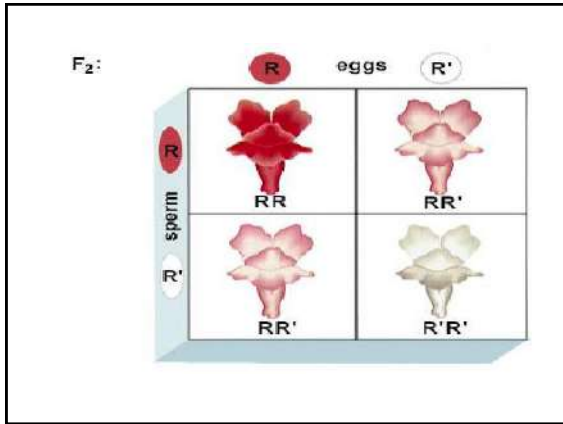
CRUZAMIENTOS DE PRUEBA

- CRUCE DE PRUEBA
Con un homocigote recesivo
- RETROCRUZAMIENTO
Con individuo de genotipo de uno de los progenitores



Dominancia Incompleta





GANADO SHORTHORN

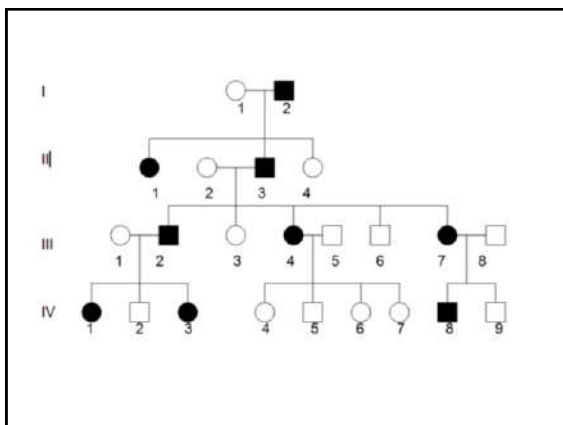
La raza **Shorthorn** es quizá una de las más empleadas en la mayoría de los procesos selectivos para la búsqueda de nuevas líneas o razas de **ganado**, de hecho 45 de las mejores razas actuales tienen entre sus ancestros parte del mérito genético de esta excelente raza.

F1

F2???

Reglas para Presentación de Cruzamientos

- P: padres o progenitores
- F1: primera generación filial
- F2: segunda generación filial
- El progenitor femenino se escribe antes que el masculino
- El cruzamiento se representa mediante una "X"



SISTEMAS PARA RESOLVER CRUZAS DIHIBRIDAS

■ **METODO DE LA CUADRICULA GAMETICA**

Color de pelaje en cuyes: NN, Nn: Color negro
nn : Color blanco

Longitud del pelo: LL, Ll : Pelo corto
ll : Pelo largo

P: NNLL x nnll
Negro, corto x Blanco, largo.

F1: NnLl : Negro, corto.

F2: 9 Negro, corto 3 Negro, largo 3 Blanco, corto 1 Blanco, largo

METODO DE LA CUADRICULA GENOTIPICA Y FENOTIPICA

-Cuadrícula Genotípica

- Considerando sólo el locus N, produce $\frac{1}{4}$ NN, $\frac{2}{4}$ Nn, $\frac{1}{4}$ nn. Luego sólo el locus L, genera $\frac{1}{4}$ LL, $\frac{2}{4}$ Ll, $\frac{1}{4}$ ll.
- Combinando las probabilidades independientes por $\frac{1}{4}$

	$\frac{1}{4}$ LL	$\frac{2}{4}$ Ll	$\frac{1}{4}$ ll
$\frac{1}{4}$ NN	1/16 NNLL	2/16 NNLI	1/16 NNll
$\frac{2}{4}$ Nn	2/16 NnLL	4/16 NnLl	2/16 Nnll
$\frac{1}{4}$ nn	1/16 nnLL	2/16 nnLl	1/16 nnll

-Cuadrícula Fenotípica

Considerando sólo el locus N, produce $\frac{3}{4}$ negro, $\frac{1}{4}$ blanco. Luego sólo el locus L, genera $\frac{3}{4}$ corto, $\frac{1}{4}$ largo. Combinando las probabilidades independientes por multiplicación.

	$\frac{3}{4}$ corto	$\frac{1}{4}$ largo
$\frac{3}{4}$ negro	9/16 negro, corto	3/16 negro, largo
$\frac{1}{4}$ blanco	3/16 blanco, corto	1/16 blanco, largo

SISTEMAS DE RAMIFICACION

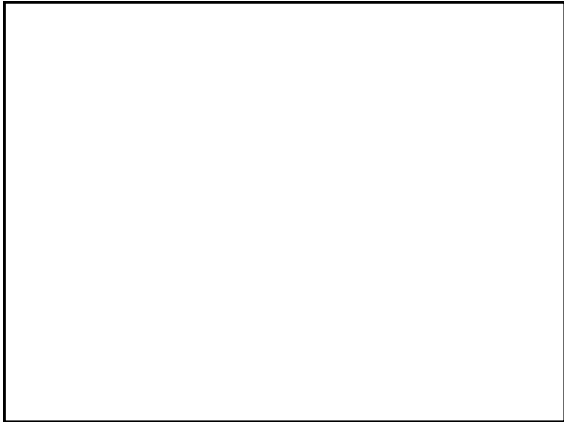
-Tricotomía Genotípica

- $\frac{1}{4}$ NN $\begin{cases} \frac{1}{4} \text{ LL} = 1/16 \text{ NNLL} \\ \frac{1}{2} \text{ Ll} = 1/8 \text{ NNLI} \\ \frac{1}{4} \text{ ll} = 1/16 \text{ NNll} \end{cases}$
- $\frac{1}{2}$ Nn $\begin{cases} \frac{1}{4} \text{ LL} = 1/8 \text{ NnLL} \\ \frac{1}{2} \text{ Ll} = 1/4 \text{ NnLl} \\ \frac{1}{4} \text{ ll} = 1/8 \text{ Nnll} \end{cases}$
- $\frac{1}{4}$ nn $\begin{cases} \frac{1}{4} \text{ LL} = 1/16 \text{ nnLL} \\ \frac{1}{2} \text{ Ll} = 1/8 \text{ nnLl} \\ \frac{1}{4} \text{ ll} = 1/16 \text{ nnll} \end{cases}$

-Dicotomía Fenotípica

- $\frac{3}{4}$ negro $\begin{cases} \frac{3}{4} \text{ corto} = 9/16 \text{ negro, corto} \\ \frac{1}{4} \text{ largo} = 3/16 \text{ negro, largo} \end{cases}$
- $\frac{1}{4}$ blanco $\begin{cases} \frac{3}{4} \text{ corto} = 3/16 \text{ blanco, corto} \\ \frac{1}{4} \text{ largo} = 1/16 \text{ blanco, largo} \end{cases}$






UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
 (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
 Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria
 

**HERENCIA DE ALELOS MÚLTIPLES,
ALELOS LETALES Y VARIACIÓN
GÉNICA**



Dr. Lenín Maturrano Hernández
 Profesor Principal DE.
 Laboratorio de Zootecnia y Producción Agropecuaria
 Laboratorio de Biología y Genética Molecular

38

Relaciones Alélicas

- **Alelo dominante.** Se expresa en homocigosis y heterocigosis
- **Alelo recesivo.** Sólo se expresa en homocigosis. Albinismo etc.
- **Portadores.** Su expresión se encuentra fenotípicamente oculta por efecto del alelo dominante.
- **Tipo común.** Es el más frecuente en la población.
- **Alelos codominantes.** Tercer fenotipo. Grupos sanguíneos.
- **Alelos letales.** Muerte pre o post natal. Gen letal dominante, gen letal recesivo (fenotipo distinto).
- **Penetración y expresividad.** Capacidad de uno o conjunto de genes para expresarse fenotípicamente.

39

DOMINANCIA Y RECESIVIDAD



P: sin cuernos **p: con cuernos**

40

ALELOS MÚLTIPLES: COLOR DE OJOS EN *Drosophila melanogaster*

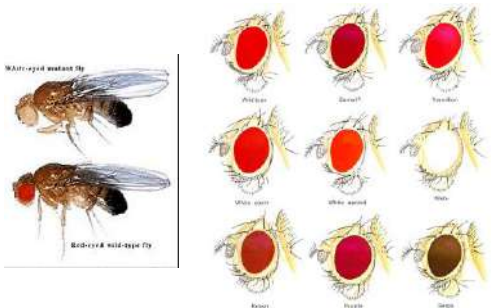


Photo 1. Some phenotypes in *Drosophila melanogaster* (from G. M. Wharton, in the book: *Genetics in Animals* by S. M. Roberts and G. M. Wharton, 1972).

41

Alelos Múltiples: Color de ojos en *Drosophila melanogaster*

FENOTIPO	GENOTIPO
Rojo o común	B ⁺ , B
Coral	b ^{co}
Sangre	b ^{sa}
Eosina	b ^e
Cereza	b ^{ce}
Durazno	b ^d
Miel	b ^m
Matizado	b ^{ma}
Perla	b ^p
Marfil	b ^{mar}
blanco	b

42

Modificación de las proporciones mendelianas
Interacción génica



43

PELAJE EN CONEJOS

FENOTIPO

Color Completo
 Color Chinchilla
 Color Gris pálido
 Color Himalaya
 Color Albino

GENOTIPO

CC, Cc^h, Cc^h, Cc.
 C^hc^h.
 c^hc^h, c^hc.
 c^hc^h, c^hc.
 cc

44

PELAJE EN CONEJOS



www.criadeconejos.com.ar
www.alejandrolocada.com.ar



46

CODOMINANCIA

Ejm. En grupos sanguíneos de humanos

A = B > O
 A: I^AI^A; I^Ai
 B: I^BI^B; I^Bi
 O: ii

Grupos sanguíneos en sistema M y N

Genotipos L^M L^M, L^M L^N, L^N L^N

47

GRUPOS SANGUÍNEOS

A, B, AB, O (Landsteiner, 1900)

GRUPOS	ANTICUERPOS PRESENTES	GENOTIPO	REACC A LOS ANTI-A	REACC A LOS ANTI-B
O	ANTI-A Y ANTI-B	OO	-	-
A	ANTI-B	AA, AO	+	-
B	ANTI-A	BB, BO	-	+
AB	NINGUNO	AB	+	+

Grupo sanguíneo ABO

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies present			None	
Antigens present	A antigen	B antigen	A and B antigens	None

48

Letalidad

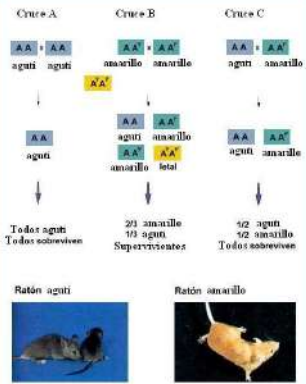
■ Capa y letalidad:

- ratones amarillos, proporción 2 amarillos:1 amarillo (heterocigotes).
- Carneros grises, proporción 1 negro:3 grises (abomaso anormal mortalidad post nacimiento)

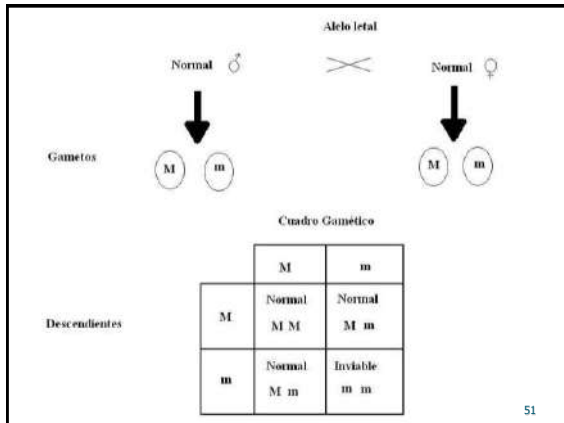


Acondroplasia en bovinos:
Columna vertebral corta, hernia inguinal, paladar hendido y patas muy cortas.

49



50



51

Penetrancia y expresividad

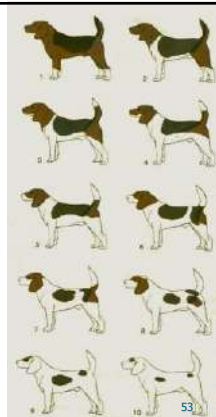
Ambos conceptos se refieren a la expresión fenotípica variable de ciertos genes

Penetrancia (P): Proporción de individuos en una población que presentan el fenotipo correspondiente a su genotipo. Si $P < 1$ se habla de penetrancia incompleta

Expresividad (E): El grado de expresión individual de un fenotipo para un genotipo dado

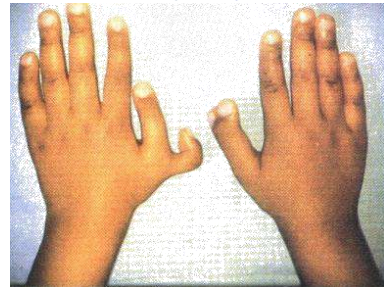
52

Penetrancia y expresividad



53

Penetrancia y expresividad



La polidactilia se manifiesta en grados distintos

54



55

HERENCIA POLIHÍBRIDA

n. De series alélicas	N. De gametos distintos	N. Total de combinaciones entre los gametos del F1	N. De combinaciones genéticamente distintas en el F2	N. De fenotipos en el F2 si todas las series tienen dominancia
1	2	4	3	2
2	4	16	9	4
3	8	64	27	8
4	16	256	81	16
5	32	1024	243	32
x	2^x	4^x	3^x	2^x

56