

# GENETICA

## CONCEPTOS GENERALES

La genética es la ciencia que estudia la herencia biológica, es decir, la transmisión de los caracteres de generación en generación.

La genética es una ciencia moderna, que nace con los trabajos de Gregorio Mendel, quien se considera el padre de esta ciencia.

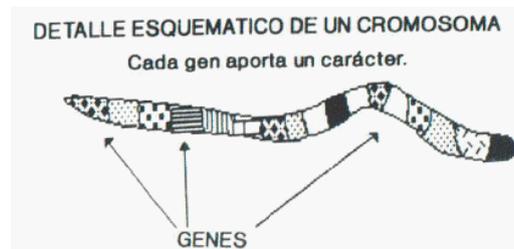
Mendel realizó una serie de cruzamientos con guisantes, y llegó a una serie de conclusiones conocidas como las **Leyes de Mendel**.

Antes de pasar a estudiar estas leyes, es preciso aclarar algunos conceptos importantes, para la mejor comprensión de las mismas:

**Celula.**- Es la unidad vital, morfológica, fisiológica y genética de los seres vivos. El ejemplar de Fauna Europea es un ser pluricelular, ya que está constituido por muchas células. Cada célula está constituida por tres partes: membrana, citoplasma y núcleo.

**Cromosoma.**- Corpúsculo de forma cilíndrica localizado en el interior del núcleo celular. En los cromosomas están situados los **genes**, responsables de los caracteres de los individuos. El ejemplar de Fauna Europea presenta dieciocho cromosomas.

El centrómero es una estrangulación que divide el cromosoma en dos partes denominadas brazos. La longitud relativa de los brazos nos permite diferenciar varios tipos de cromosomas: metacéntricos, de brazos iguales, submetacéntricos, de brazos ligeramente desiguales, acrocentricos, de brazos desiguales y telocéntricos, con uno de los brazos casi imperceptible.

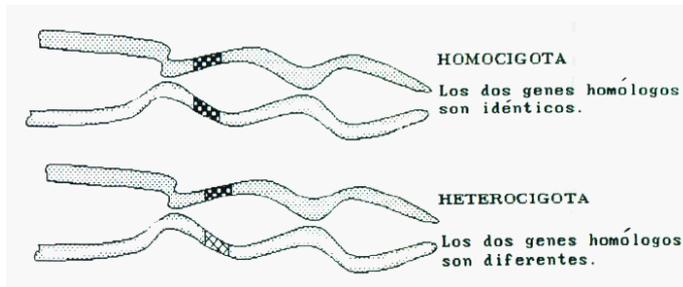


**Genotipo.**- Conjunto de genes presentes en un organismo por haberlos recibido por mitad de cada uno de sus progenitores.

**Fenotipo.**- Conjunto de caracteres observables en un organismo. Depende del genotipo y de la acción ambiental. Ejemplo, el fenotipo de un lúgano depende de su genotipo, pero mejorará por acción de los rayos solares, al oscurecerse las melaninas.

**Gen.**- Fragmento de ADN (ácido desoxirribonucleico) situado en el cromosoma y que posibilita la aparición de un carácter. Un cromosoma tiene miles de genes. Los genes se representan por letras.





**Heterocigoto.**- (= híbrido). Individuo que para un carácter posee los dos alelos diferentes. Por ejemplo, un verderón común mutación isabela satiné de categoría intenso (Ii) es heterocigótico, así como un lúgano pastel doble dilución (Bb).

**Diheterocigoto, Poliheterocigoto.**- Individuo heterocigoto para dos o más caracteres respectivamente. Ejemplo: Un Gorrión Común portador de blanco y de opal a la vez es diheterocigótico (Bb Oo).

**Herencia dominante.**- Se da cuando un alelo (el llamado **dominante**) no deja manifestarse al otro (el llamado **recesivo**).

Ejemplo, un gorrión común que posea los genes phaeo, (dominante) y blanco (recesivo), será de fenotipo phaeo (portador de blanco).

El alelo dominante se escribe con letra mayúscula, y el recesivo con letra minúscula.

Los genes dominantes se expresan tanto en homocigosis como en heterocigosis, y los genes recesivos sólo se expresan en homocigosis.

**Herencia intermedia, codominante.**- Se da cuando los alelos son **codominantes**, y los individuos heterocigotos tienen un fenotipo intermedio entre los caracteres determinados por ambos genes. Ejemplo un sujeto que posea los genes amarillo y rojo, será tintado, es decir, con manchas amarillas y rojas (AR). Cuando se cruza un ejemplar lipocrómico con otro melánico, los hijos son píos o manchados, fruto de este tipo de herencia.

Generalmente los genes codominantes se escriben con mayúsculas.

**Herencia semidominante, semidominancia.**- El gen dominante no domina totalmente sobre el gen recesivo, y por ello en el fenotipo de los individuos heterocigotos se observan efectos del gen recesivo, el cual queda parcialmente enmascarado. En un ejemplar negro-bruno/isabela se pueden observar a veces signos de dilución, por ejemplo uñas claras.

**Alelos letales.**- Son aquellos capaces de producir el aborto de embriones o la muerte de los individuos que los presentan. Se puede tratar de genes dominantes o bien recesivos.

En algunas mutaciones de la Fauna Europea conocemos genes dominantes que se comportan como letales en homocigosis. Este hecho hay que tomarlo en consideración a la hora de realizar los cruzamientos.

En ocasiones los genes letales están ligados al sexo, es decir, localizados en los cromosomas sexuales, lo que explica que algunas parejas sólo tengan crías de un sexo o de otro.

Los genes **subletales**, son aquellos que producen mortalidad sólo en un determinado % de los individuos que los presentan.

## LEYES DE MENDEL

### 1ª Ley. Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación filial.

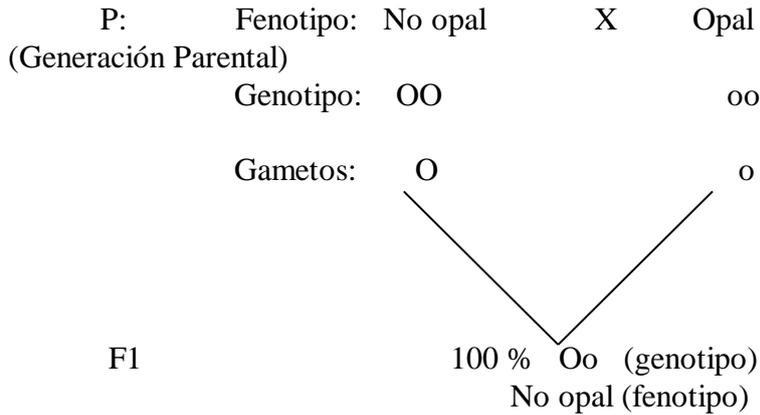
Cuando se realiza el cruzamiento entre dos individuos de la misma especie pertenecientes a dos variedades o razas puras (homocigóticos) y que difieran en uno o más caracteres, todos los individuos de la primera generación filial (F1) son iguales.

Esta ley la podemos estudiar en herencia de tipo dominante y en una herencia de tipo intermedio.

a) *Herencia dominante.*

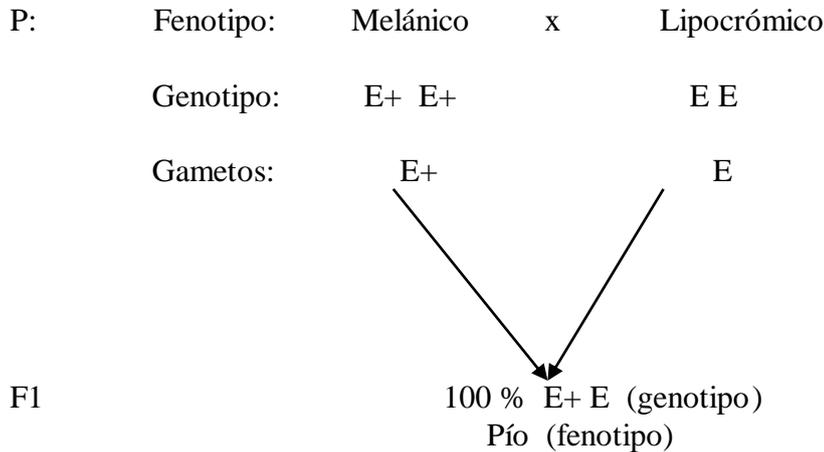
En el Pinzón Vulgar el gen (O) produce plumaje de color “no opal” y domina con respecto a su alelo (o) que produce color opal.

Si cruzamos por ejemplo un Pinzón Vulgar “no opal” con otro “opal”, ambos homocigotos, tenemos:



b) *Herencia intermedia*

Si cruzamos un ejemplar de Fauna Europea homocigoto y melánico con un ejemplar lipocrómico, también homocigoto, todos los hijos que se obtienen de este cruzamiento serán iguales, es decir “píos”. Como vemos el fenotipo de los descendientes F1 no corresponde a ninguno de los progenitores, ya que no hay dominancia, y aparece un fenotipo intermedio (pío).



2ª Ley. Ley de la separación o disyunción de los genes que forman la pareja de alelos.

Interpreta los resultados que se obtienen en la 2ª generación filial (F2) al cruzar los individuos híbridos de la F1.

Al cruzar entre sí los individuos F1 obtenidos en la primera ley de Mendel, los genes que han formado pareja en los individuos F1, se separan nuevamente al formarse los gametos. Por esto, en los individuos F2 aparecen parejas de alelos diferentes de las de la F1, no siendo uniforme la F2.

a) *Herencia dominante*



a) Que toda la descendencia obtenida sea “no opal”, y eso quiere decir que el genotipo del Pinzón Vulgar sería homocigoto.

No opal	X	Opal
O-		oo

F1 100 % “No opal” Oo, esto implica que el genotipo problema (O-) sería homocigoto (OO).

b) Si la descendencia fuera mitad “no opal” y mitad “opal”, ello implicaría que el Pinzón sería heterocigoto, tal como se explica a continuación.

No opal	X	Opal
O-		oo

F1 ½ No opal (Oo)  
½ Opal (oo)

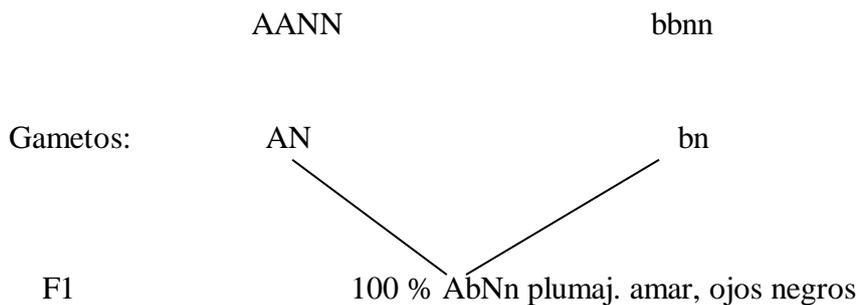
Estos resultados en F1 implican que el genotipo problema es heterocigoto Oo.

3ª Ley. Ley de la herencia independiente de los caracteres

Los distintos caracteres se heredan independientemente uno de otros, combinándose al azar en la descendencia. En esta ley, intervienen por tanto, dos o más caracteres..

La estudiaremos en una herencia de tipo dominante. Si partimos de dos ejemplares homocigotos para todos los caracteres que se citan, un canario amarillo y de ojos negros (AANN) y otro blanco recesivo y de ojos rojos (bbnn), y consideramos que ninguno de esos caracteres está ligado al sexo, es decir, que el color de los ojos es debido a la mutación ino, y no satiné, obtendremos como resultado una F1 formada por canarios amarillos de ojos negros (AbNn), ya que son los dos genes dominantes.

P: Plumaje amarillo, ojos negros X Blanco rec. ojos rojos



Como vemos la F1 es toda uniforme de acuerdo con la 1ª ley de Mendel. Si cruzamos entre sí los individuos F1 para obtener F2, vemos, que cada individuo formará cuatro clases diferentes de gametos: AN, An, bN, bn.

Para formar F2, cada clase de gameto masculino puede unirse a cada uno de los tipos de gametos femeninos, dando lugar a 16 posibles combinaciones.

F1 AbNn (amarillo, ojos negros) x AbNn (amarillo, ojos negros)

Gametos:                    AN                    AN  
                                  An                    An  
                                  bN                    bN  
                                  bn                    bn

Para realizar estas combinaciones nos ayudamos del llamado cuadro o *tabla de Punnet*.

Gametos	A N	A n	b N	b n
A N	AA NN	AA Nn	Ab NN	Ab Nn
A n	AA Nn	AA nn	Ab Nn	Ab nn
b N	Ab NN	Ab Nn	bb NN	bb Nn
b n	Ab Nn	Ab nn	bb Nn	bb nn

Proporciones fenotípicas: 9/16 plumaje amarillo, ojos negros  
                                  3/16        “        ”        “ rojos  
                                  3/16 blanco recesivo, ojos negros  
                                  1/16        “        ”        “ rojos

La proporción simplificada será de 9:3:3:1.

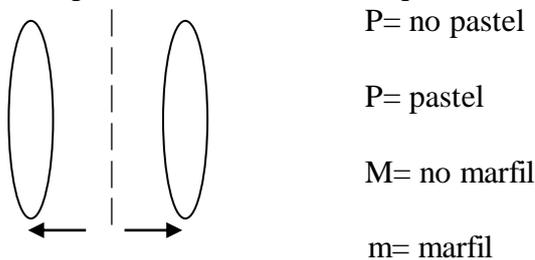
Vemos como en F2 aparecen nuevos fenotipos distintos de los padres y de los abuelos, lo que demuestra que en la herencia los caracteres, amarillo- ojos negros y blanco recesivo-ojos rojos no permanecen unidos, sino que existe una independenciam entre los caracteres, ya que pueden formar combinaciones amarillo ojos rojos y blanco recesivo ojos negros.

### **Excepciones a la 3º ley**

La transmisión independiente de los caracteres no siempre se cumple, es decir, que muchos de ellos se transmiten juntos en la descendencia al estar situados los genes para distintos caracteres en el mismo cromosoma.

Por ejemplo, el gen pastel está situado sobre el cromosoma sexual Z, al igual que el gen para el color marfil. El gen no pastel y el gen no marfil son alelos respectivamente de los genes pastel y marfil.

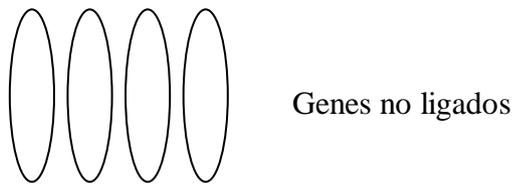
Como se encuentran situados en un mismo cromosoma genes para distintos caracteres, pastel-marfil, no pastel-no marfil decimos que están ligados, y en este caso además ligados al sexo.



Como durante la meiosis (modalidad de reproducción celular que ocurre durante la formación de los gametos) se separan los cromosomas homólogos, es evidente que el gen marfil permanece unido al gen pastel, y lo mismo ocurrirá con los genes no pastel y no marfil. Es decir, el color pastel se acompañará siempre de la mutación marfil, mientras que los Gorriones comunes que no sean pastel, tampoco serán marfil.

Consecuencia: todos los genes situados en un mismo cromosoma se transmiten ligados o asociados, no pudiendo separarse ni recombinarse independientemente. La 3ª ley de Mendel en tales casos no se cumplirá, salvo que ocurra entrecruzamiento.

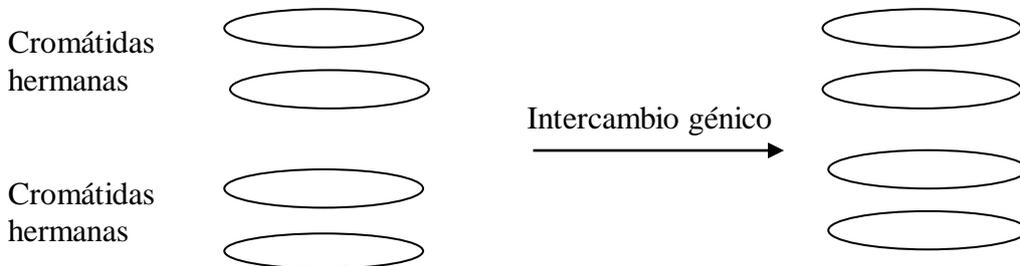
En el caso por ejemplo, de los genes para la categoría intenso y nevado, y los genes para el carácter marfil si se cumplirá, ya que se localizan estos genes en cromosomas diferentes, uno autosómico y el otro sexual.



**Entrecruzamiento o intercambio génico**

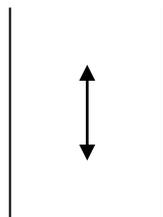
Por este proceso genes que están ligados pueden dejar de estarlo, y recombinarse con otros genes, logrando así que los caracteres que rigen se transmitan de manera independiente, es decir, que se cumpla en ellos la 3ª ley.

En los cromosomas que no ocurra entrecruzamiento, cada una de sus cromátidas formará un cromosoma “puro” en el gameto a que vaya a parar, mientras que las cromátidas no hermanas intercambiadas formarán un cromosoma “mixto”, es decir, con intercambio de genes.



La posibilidad de intercambio génico aumenta con la distancia en el cromosoma entre esos genes. La distancia génica se mide en *centimorgan*. Por cada centimorgan aumenta en un 1% el porcentaje de recombinación. Calculando el % de recombinación entre los diversos genes podemos construir el mapa genético de esa especie.

Supongamos que un verderón macho negro-bruno/isabela forma: 40% de gametos para la serie negro-bruno, 40% de gametos para la serie isabela, 10% de gametos para la serie bruno y un 10% de gametos para la serie ágata, por ello, resulta que los genes para el color de la melanina (negra, N o marrón, n) y para la oxidación (0) o dilución melánica (o) están ligados y situados a una distancia de 20 centimorgan, tal como corresponde a la suma de los dos gametos recombinantes (10 + 10).



En la actualidad se está elaborando el mapa genético de la especie humana (“proyecto genoma”), y se ha acometido el mapa genético de animales y aves de producción, y ya hay mapas avanzados de la gallina, ganado vacuno, porcino y ovino. También se ha comenzado a elaborar el mapa genético del perro, y esperamos que dentro de no muchos años se haga esto mismo con nuestros ejemplares, lo que indudablemente mejorará las razas, al poder retirar de la

reproducción a aquellos sujetos con defectos hereditarios ocultos, la aparición de enfermedades será menor, establecerá paternidades con absoluta fiabilidad, y nos dará análisis genéticos capaces de sustituir a los mejores registros de pedigree de nuestros pájaros.

Siguiendo con la recombinación, podemos decir que, al igual que las mutaciones aumenta la variabilidad genotípica y fenotípica de nuestros canarios y facilita la evolución de las especies.

Por entrecruzamiento se obtuvieron por ejemplo lúganos isabela a partir del cruce de lúganos bruno X ágata. También por este proceso, es posible obtener hembras melánicas pertenecientes a las cuatro series (negro-bruno, ágata, bruno e isabela), a partir de un macho passe-par-tout (que sirve para todo), por ejemplo a partir de un macho negro-bruno portador de eumelanina marrón y de dilución.

Prueba genética de paternidad/maternidad en aves. Se comparan las bandas de ADN de los padres con la del posible hijo/s. La fiabilidad de esta prueba es superior al 99%. (Tomado de: Laboratorios CODGENE. Estrasburgo. Francia).

También algunos laboratorios genéticos pueden realizar el sexaje de ciertas especies de aves sin dimorfismo sexual, lo que constituye un gran avance en ornitología.

**Ejemplos de herencia mendeliana:**

*Dominante*

- intenso
- no opal
- no pastel
- no rubino
- oxidación melánica
- eumelanina negra
- no satiné
- blanco dominante
- ojos negros

*Recesivo*

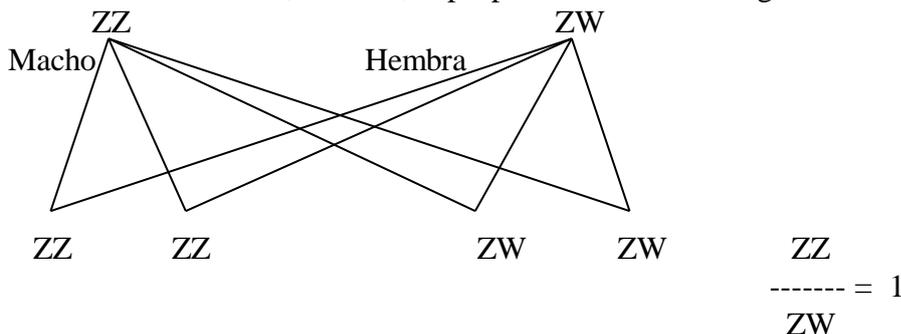
- nevado
- opal
- pastel
- rubino
- dilución melánica
- eumelanina marrón
- satiné
- amarillo
- ojos rojos

**Herencia del sexo**

La determinación del sexo está regulada por cromosomas especiales, llamados cromosomas sexuales.

Los cromosomas sexuales reciben el nombre de *heterocromosomas* porque son diferentes morfológicamente y poseen un contenido génico distinto. El sexo *homogamético* en las aves es el masculino, ya que contiene dos cromosomas iguales ZZ, y el sexo heterogamético es el femenino ya que contiene un cromosoma sexual Z y otro W. Los espermatozoides portan siempre el cromosoma Z, mientras que los óvulos llevan el cromosoma Z en un 50% y el W en otro 50%. De esta forma, al formarse los cigotos tras la fecundación, el 50% será hembras (ZW) y el otro 50% machos (ZZ). Siendo la hembra responsable del sexo de la descendencia (al contrario que en la especie humana).

El coeficiente sexual, es decir, la proporción de sexos es igual a 1.



En nuestros sujetos de Fauna Europea existen 18 cromosomas, de estos hay dos cromosomas sexuales (= heterocromosomas), y el resto se llama *autosomas*.

En realidad en el indígena el número de cromosomas es de 80, de los cuales hay 18 cromosomas, que son de mayor tamaño (macrocromosomas), y a los que generalmente sólo nos referimos.



Cariotipo (imagen cromosómica completa) de un individuo

Obsérvese la diferencia entre macrocromosomas y microcromosomas. (Tomado de “Le canari”. M. Pomarède. Editions du Point Vétérinaire).



Idiograma en un individuo

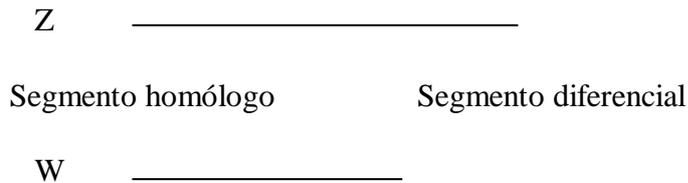


Los macrocromosomas aparecen ordenados por pares de cromosomas homólogos. Obsérvese el par de cromosomas sexuales, que en este caso corresponden a un macho. (Tomado de “Le canari”. M. Pomarède. Editions du Point Vétérinaire).

Mediante la realización de idiogramas, en laboratorios especializados, podemos detectar en nuestros sujetos la presencia de mutaciones. También esta técnica permite sexar algunas especies de aves, en las que no existe dimorfismo sexual “especies monomorfas”. La *endoscopia* también es utilizada para este fin.

### Herencia ligada al sexo

En los ejemplares de Fauna Europea, los cromosomas Z y W presentan diferencias morfológicas (el W es más pequeño que el Z) y tienen distinto contenido génico; están compuestos por un pequeño *segmento homólogo* donde se localizan genes que regulan los mismos caracteres, y otro segmento diferencial, característico de cada uno de ellos; en este último se encuentran tanto los genes exclusivos del cromosoma Z (*caracteres holándricos*), como los del cromosoma W (*caracteres ginándricos*).



Caracteres cuyos genes se encuentran sobre el segmento diferencial del cromosoma Z son pastel, marfil, satiné, oxidación melánica, etc. En la hembra del Gorrión los genes recesivos localizados en el segmento diferencial de los cromosomas sexuales, se expresan aunque estén en simple dosis (*hemicigosis*), dada la falta de gen alelo en el cromosoma sexual homólogo. Debido a ello y en relación a los genes letales recesivos ligados al sexo, la hembra es el sexo débil, lo contrario que en la especie humana.

Cuando los genes se localizan en el segmento homólogo de cromosomas sexuales se habla de *herencia parcialmente ligada al sexo*.

### **Caracteres influidos por el sexo**

Son aquellos que se manifiestan de forma diferente según el sexo del individuo, ello es debido a la acción de hormonas sexuales que influyen sobre la manifestación de ese carácter. El gen mosaico es un ejemplo, así como la presencia cuantitativa de feomelanina, que es mayor en la hembra. También la cantidad de pigmento lipocrómico, el factor óptico de refracción, la expresión de las categorías, intenso y nevado, son caracteres determinados por genes cuya expresión fenotípica depende del sexo del individuo.

### **Consanguinidad**

Son las relaciones de parentesco que tienen lugar entre dos individuos. Se habla de *cruzamiento consanguíneo* o *endogamia* cuando se cruzan entre sí dos individuos con relaciones de consanguinidad.

La consanguinidad, especialmente si es repetitiva, provoca taras, disminución del tamaño y degeneración genética. Es útil para fijar caracteres recesivos, por ejemplo surgidos tras una nueva mutación, pero también contribuirá a fijar los defectos que, a partir de entonces siempre aparecerán en sus descendientes. Por la consanguinidad tienen más posibilidades de aparecer en la descendencia genes letales recesivos, al combinarse en los progenitores emparentados.

La máxima consanguinidad tiene lugar en el cruce de hermanos (100 %), padres- hijos (50%).

### **Epistasia**

La epistasia o interacción génica se presenta cuando un solo carácter depende de dos o más pares de genes, de forma que la manifestación de un par de genes depende de la información de otro par de genes u otros pares de genes. Al gen que suprime la manifestación de otro se le llama *gen epistático*, y al suprimido *gen hipostático*.

Los genes epistáticos pueden ser dominantes o recesivos.

Un ejemplo de epistasia en el canario es el gen blanco recesivo, que en homocigosis es epistático con relación a los genes para el color amarillo marfil, rojo marfil, blanco dominante, amarillo y rojo. Es decir, un canario blanco recesivo puede ser portador de amarillo, rojo, marfil, blanco dominante, etc., pues el gen para el blanco recesivo no es alelo de ninguno de los genes citados.

La epistasia hace variar las proporciones clásicas de la 3ª ley de Mendel (9:3:3:1), de forma distinta según el tipo de epistasia. En el caso de que el gen epistático fuese recesivo, como es el gen blanco recesivo, las proporciones quedarían modificadas en 9:3:4.

Por otro lado conocemos que el gen blanco dominante es epistático incompleto (no inhibe completamente la manifestación de otras parejas de genes) con relación al gen marfil. En este caso la epistasia es de tipo simple dominante y que modifica la proporción mendeliana a 12:3:1, pues un canario de genética marfil, no expresa dicho genotipo mas que de forma parcial, cuando esté además presente el gen blanco dominante.

Resumiendo: El gen blanco recesivo es epistático con relación al gen blanco dominante, que a su vez es epistático con relación al gen marfil. Es decir, podríamos hablar en este caso de reepistasia y de genes reepistáticos.

La reepistasia supone la existencia de tres genes distintos, cada uno con sus correspondientes alelos, localizados en tres locus diferentes, pertenecientes o no al mismo cromosoma, y entre los cuales se da un orden de jararquía.

La epistasia del gen blanco dominante sobre los genes amarillo y rojo, parece ser que también tiene lugar.

## **MUTACIONES**

Son cambios inesperados en la información genética de un ser vivo, no debidos a la segregación ni recombinación genéticas.

Las mutaciones pueden ocurrir en las células somáticas, afectando sólo al individuo en el que ocurren, o bien afectan a las células germinales, siendo transmitidas a la descendencia.

Las mutaciones pueden aparecer espontáneamente (mutaciones espontáneas) o bien ser inducidos por agentes mutágenos (mutaciones experimentales).

Entre los agentes mutágenos nos encontramos: rayos X, rayos UVA, radiaciones atómicas, ultrasonidos, bromouracilo, etc.

La tasa de mutación (Tm) es escasa y depende del gen de que se trate. Hay genes que mutan con facilidad (genes inestables) mientras que otros lo hacen con una frecuencia muy escasa (genes estables). Una vez producida la mutación en el gen mutante, es tan estable e invariable del que procede (gen silvestre o salvaje).

Las mutaciones pueden ser inocuas, beneficiosas o desfavorables. Generalmente son recesivas y desfavorables, pudiendo producir determinadas enfermedades y taras genéticas, e incluso en algunos casos la muerte (letales).

Si la mutación afecta a un carácter dominante, se localiza con facilidad; en cambio, si es recesivo resulta más difícil su detección, ya que sólo se manifiesta en homocigosis (ver consanguinidad).

Ejemplos de genes mutados son el intenso, a partir del gen nevado, o el gen dilución melánica a partir del gen para la oxidación melánica.

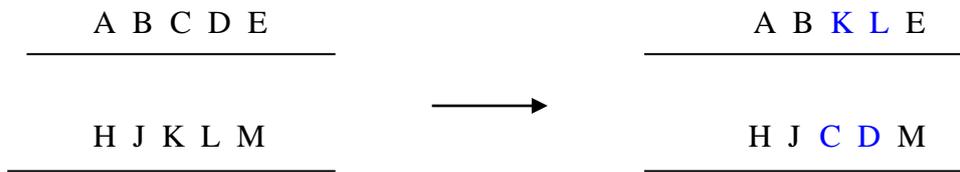
Las mutaciones pueden provocar aumento o disminución del número de cromosomas (aneuploidía), juego de cromosomas (euploidía), pérdida de información genética (por ejemplo en los sujetos Half Siders), adición de información genética, etc.

Según un estudio reciente los tipos de mutaciones más frecuentes en aves son las **inversiones**, **translocaciones** y **triploidías**.

Las inversiones se deben a giros de 180° en la posición de algunos genes en el cromosoma, siendo el resultado un cromosoma que contiene un segmento en orden inverso al normal.



Las translocaciones ocurren cuando dos segmentos del mismo cromosoma (intracromosómicas) o de dos cromosomas (intercromosómicas) cambian su lugar el uno con respecto al otro y viceversa.



La triploidía consiste en que se presentan tres juegos cromosómicos ( $3n$ ) en lugar de dos ( $2n$ , diploidía), dado que por error un individuo recibe de un progenitor dos copias de cada cromosoma, en lugar de una.

Todas estas mutaciones provocan disminución en la fertilidad de nuestros ejemplares, y a veces de forma considerable (50% en algunos casos), y sólo pueden ser detectadas mediante análisis cromosómicos.

### **Pleiotropía**

Es el proceso por el cual un mismo gen, llamado **gen pleiotrópico**, influye en más de un carácter. En nuestros ejemplares parece ser que el gen para la categoría intenso produce además un temperamento más nervioso, a diferencia del gen nevado que produce un temperamento más tranquilo, igual que ocurre para el gen mosaico.

### **Poligenes**

Algunos caracteres están determinados no por dos genes, que es lo normal, sino por muchos más genes que producen efectos pequeños y acumulativos, dando lugar a una herencia poligénica o cuantitativa. Como ejemplo en el canario podemos citar el carácter “alas grises”, y el “factor óptico de refracción”. También pienso, que la talla y el peso, al igual que en la especie humana, podrían estar determinados por este tipo de genes.

A este tipo de genes, se debe la importante variedad de fenotipos que aparecen en nuestros ejemplares, en relación con los genes que rigen, pensemos, por ejemplo, en el carácter “alas grises”.

### **Hibridación**

Consiste en cruzar individuos de diferentes especies, para obtener **híbridos**. La hibridación de mayor interés en canaricultura tiene lugar con el Cardenalito de Venezuela, pájaro que aportó al canario el factor rojo y el factor mosaico. De Fauna Europea nos podemos encontrar con una gran variedad de híbridos. El grado de fertilidad de los mismos es variable según el cruce de que provengan. La hibridación puede ser inter-específica e inter-racial.

### **Selección zootécnica**

Es el proceso por el cual el criador (selección artificial o zootécnica), va eligiendo determinadas características de color, forma, comportamiento, fecundidad, salud, tamaño, etc, con vistas a la mejora de las razas y de las especies.

La selección está muy condicionada por el estándar de cada una de las variedades mutadas, y que el criador debe conocer con todo detalle.

En la naturaleza también actúa la selección (selección natural), permitiendo que sean los caracteres e individuos mejor adaptados al medio los que sobrevivan.

## Arbol genealógico

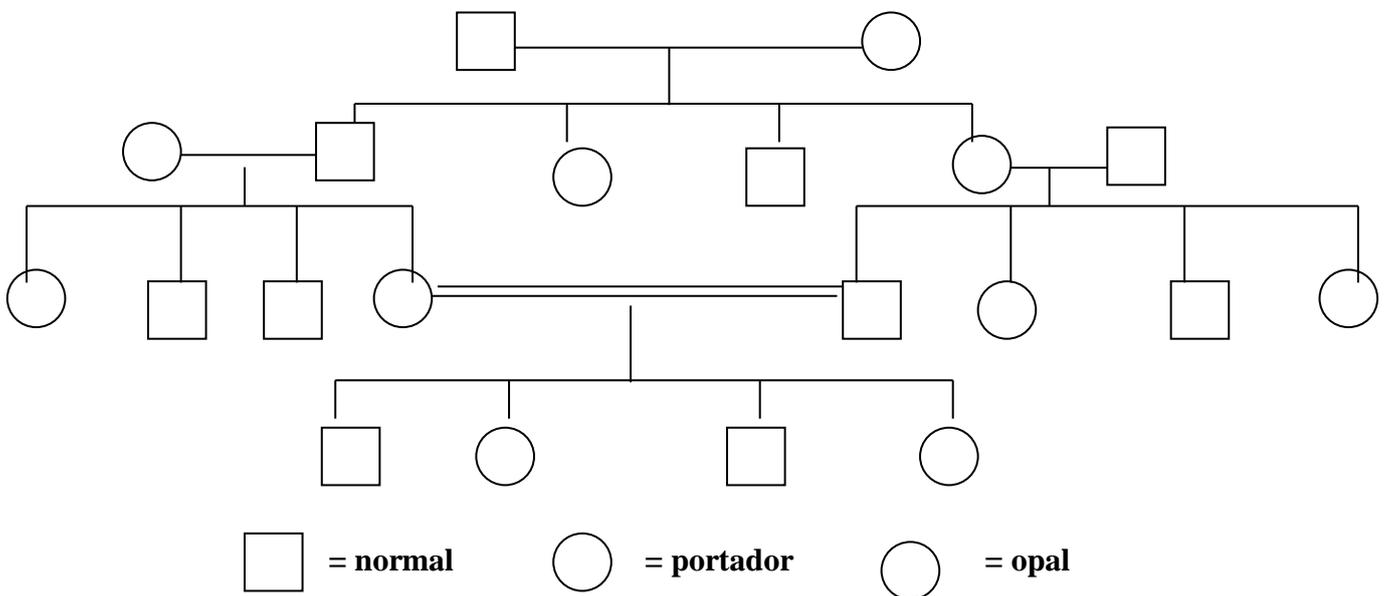
El árbol genealógico o pedigree, es un elemento básico en el estudio genético de todas las especies, ayudándonos a reconocer el mecanismo por el cual se transmite un determinado carácter y el grado de consanguinidad en los cruzamientos que efectuemos.

El sexo masculino se representa por un cuadrado, mientras que el femenino por un círculo.

Las generaciones se representan en líneas horizontales y se numeran con números romanos. Cada uno de los componentes de una generación se numera con números árabes. Los cruces se representan con un trazo horizontal que les une. Del trazo horizontal del cruce sale uno que abarca a todos los hijos. Con doble línea se representan los cruces consanguíneos.

En negro o con distintos sombreados se representan los individuos afectados de un carácter o malformación.

Veamos un ejemplo de árbol genealógico con el carácter opal (producido por un gen autosómico y recesivo).



**Penetrancia y expresividad** Los factores ambientales pueden afectar a la expresión de los genes, incluso impidiendo, en algunos casos, su manifestación.

La penetrancia es la capacidad de un gen para expresarse, como resultado de su interacción con el medio ambiente y la podemos cuantificar como el % de individuos en cuyo fenotipo se manifiesta el carácter, con relación al total de individuos que los portan (en el caso de los genes recesivos en homocigosis).

La penetrancia incompleta se da cuando todos los individuos portadores del gen no presentan el carácter en su fenotipo.

La expresividad es la fuerza con que se manifiesta un determinado gen (penetrante), es decir, un gen se puede expresar de forma variable; por lo que en caso de enfermedades se puede dar un mayor o menor grado de gravedad.

La expresividad puede ser ligera, intermedia o fuerte, y puede estar influida por la temperatura.

En el canario por ejemplo, la penetrancia reducida y expresividad variable, están en el **acianismo** (mutación que hizo desaparecer las melaninas) y los quistes (lumps) producidos por genes dominantes y el factor “alas grises”. En la Fauna Europea tenemos ejemplos en el gorrión albino, mirlo albino, etc.

## **Fenocopias**

Consiste en la aparición en el fenotipo, de un carácter, como consecuencia de la actuación de un factor externo, y por ello no heredable, que copia el efecto de un gen. Es decir, la fenocopia consiste en la modificación de un genotipo por factores ambientales que producen un fenotipo correspondiente a otro gen.

## **Ejemplares lipocrómicos y melánicos**

Los ejemplares de Fauna Europea, normalmente presentan aspectos **melánicos**, sin embargo cuando poseen alguna mutación, pueden aparecer con fenotipos **lipocrómicos**.

Los individuos lipocrómicos son de colores claros; presentan unos pigmentos llamados lipocromos o carotenoides y carecen de melaninas.

Los lipocromos (lipo= grasa, cromo= color) son pigmentos claros de naturaleza lipídica, que originan el color de fondo de nuestros indígenas. En los ejemplares melánicos el color de fondo se observa entre el diseño melánico.

Los ejemplares melánicos además de poseer lipocromos, presentan melaninas, pigmentos a los que alude su nombre.

El canario silvestre es un canario melánico de color negro bruno con fondo amarillo.

Las melaninas son pigmentos oscuros formados a partir del aminoácido tirosina, en los melanocitos y dan color a los ojos, pico, patas, uñas y plumaje de los ejemplares melánicos. Hay dos tipos: eumelanina y feomelanina.

La eumelanina puede ser de color marrón o negro (eumelanina marrón y eumelanina negra), y proporciona el dibujo o diseño; también puede estar en forma dispersa. Puede estar oxidada o diluida.

La feomelanina es de color marrón rojizo; es más abundante en las hembras y se distribuye entre el diseño proporcionado por las eumelaninas. Se sitúa en la periferia de la pluma y quita luminosidad al lipocromo de fondo. La cantidad de feomelanina está relacionada con la mayor o menor intensidad del factor de refracción.

## **Categoría: concepto y transmisión genética**

Tanto en los sujetos lipocrómicos como en los melánicos se pueden presentar tres categorías: intenso, nevado y mosaico.

El término categoría es utilizado en canaricultura y ornitología para referirnos a la distribución del pigmento lipocromo en la pluma o en el cuerpo del pájaro.

En los canarios por ejemplo, el factor intenso se colorea la pluma en toda su extensión, a diferencia de los nevados, por lo que carecen de escarcha o nevadura; suelen tener la pluma más corta y fina que los nevados. Los machos suelen expresar con más calidad este carácter que las hembras.

El carácter intenso viene determinado por un gen autosómico, dominante con relación a su alelo nevado y letal en homocigosis. El gen intenso apareció por mutación del gen nevado, que es el gen silvestre o salvaje. Estos caracteres podemos encontrarlos en los Verderones comunes mutación lutino o Isabela satiné por ejemplo.

Los ejemplares nevados no presentan el lipocromo en toda la extensión de la pluma, sino que los bordes de la misma quedan desprovistos de lipocromo, dando una apariencia de escarchadura que debe distribuirse uniformemente por todo el cuerpo del pájaro. Su pluma en general es más larga y ancha que en los canarios intensos, y es más corta que en los mosaicos. Los machos suelen expresar mejor este carácter que las hembras.

Genéticamente el carácter nevado viene dado por un gen autosómico (no situado en cromosomas sexuales) y recesivo con relación al gen intenso.

Los canarios mosaicos aparecieron por la hibridación del canario con el Cardenalito de Venezuela. Este carácter también se expresa en ejemplares de la Fauna Europea así ocurre en el verdecillo, el lúgano, el verderón común, etc. En estos sujetos el lipocromo se expresa solamente en determinadas zonas del cuerpo (zonas de elección) que varían en relación con el sexo del pájaro. Debido a ello, podemos hablar de un verdadero dimorfismo sexual con relación a este carácter.

En el macho las zonas coloreadas se localizan en: máscara facial que rodea ojos y pico, hombros, pecho y obispillo (zona situada en la base de la cola).

En la hembra estas zonas se encuentran en las cejas que parten del ojo en dirección hacia atrás, hombros, obispillo y en el pecho, pero con menor extensión que en el macho.

El resto del plumaje, tanto en el macho como en la hembra es de color blanco.

El gen mosaico no se puede considerar alelo de los genes intenso y nevado, ya que se trata de dos caracteres diferentes: extensión del lipocromo en la pluma y su distribución en el cuerpo.

El gen mosaico es autosómico e influido por el sexo.

En los ejemplares albinos de la Fauna Europea, también están presentes los genes para la categoría, que aunque no la expresen sí son capaces de transmitirla a la descendencia.

### **Cruzamientos relativos a la categoría**

En relación con el gen intenso diremos que al ser letal en homocigosis (aunque algunos autores discrepen de esta teoría), deberemos descartar el cruce intenso X intenso ya que nos producirá un 25% de abortos. El cruce nevado X nevado, tiende a alargar la pluma, perjudicando la expresión de la categoría nevado, tendiendo al mosaicismo e incluso estos cruces reiterados pueden dar lugar a la aparición de quistes o lumps.

El cruce más recomendable es intenso X nevado, que nos dará un 50% de intenso y un 50% de nevado. Éstos porcentajes debemos entenderlos como una probabilidad teórica.

En los ejemplares mosaicos el cruce más recomendable es mosaico X mosaico, pero en los que un ejemplar sea de pluma larga y otro de pluma corta, lo que se ha venido en llamar “nuevo tipo” y “viejo tipo” respectivamente. Si apareamos dos ejemplares mosaicos muy buenos en categoría, esto es, de pluma larga, corremos el riesgo de obtener machos con la careta (máscara racial) partida e incluso de que aparezcan quistes por exceso de plumaje.

Debemos considerar, por tanto, que una cosa es un pájaro de concurso y otra un pájaro de “trabajo”, es decir, un pájaro reproductor.

### **Consideraciones**

Además de no cruzar ejemplares lipocrómicos con melánicos, para obtener sujetos manchados o píos sin valor, se deberán respetar las siguientes normas generales:

- 1) No realizar cruces en los que se pueden presentar genes letales en homocigosis, esto es, apareamientos, intenso X intenso y dominante X dominante, pues el 25% de la descendencia no llegará a nacer.
- 2) Las variedades producidas por genes recesivos, cada dos o tres años cruzarlas con portadores, ya que las mutaciones recesivas está comprobado que producen a la larga una disminución de la talla e incluso debilidad genética. Los pájaros fruto de mutaciones de carácter recesivo tienden a ser más débiles.
- 3) Especialícese en pocas variedades (esto es válido para todas las variedades y razas), si realmente quiere obtener calidad.
- 4) Haga todos los años una buena selección en sus ejemplares. Para ello deberá conocer al mínimo detalle el estándar de las variedades que cultive; seleccione también por el tamaño, forma, comportamiento reproductor, etc.
- 5) Tenga en cuenta las reglas expuestas para el apareamiento en relación con las distintas categorías.

Dentro de estos individuos, podemos establecer varios grupos:

Melánico ancestral

Mutación Pastel

Mutación Opal

Mutación Rubino

Mutación Satiné

Mutación Topacio

Mutación Eumo

Otras (Crema, perlado, etc.)

A su vez, dentro de cada uno de los grupos anteriores, excepto en el nominal o ancestral y los “Satiné”, podemos considerar cuatro series melánicas: Negro-bruno, bruno, ágata e isabela.

***Cruzamientos entre las series melánicas.***

Como norma general no deberemos cruzar una serie oxidada (negro-bruno, bruno) con una serie diluida (ágata e isabela).

Los negro-bruno los cruzaremos entre sí, al igual que los brunos.

Los ágata e isabela los podremos cruzar entre sí o por separado, sin que la descendencia pierda pureza.

Las eumelaninas están determinadas por genes ligados al sexo (situados sobre el cromosoma sexual W). La escala de dominancia es la siguiente:

Negro-bruno > bruno = ágata isabela.

> domina

= codominancia

La eumelanina negra domina sobre la marrón, y la oxidación melánica domina sobre la dilución.

Los cruces bruno X ágata dan lugar a los machos llamados “passe par tout” (en español, que “sirve para todo”), porque cruzados con hembras, de cualquier serie melánica, nos dan ejemplares de las cuatro series melánicas.

LA COMISIÓN TÉCNICA