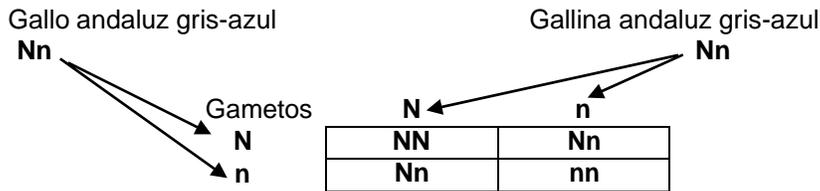


## EJERCICIOS RESUELTOS GUIA 1 GENÉTICA Y BASES DEL MEJORAMIENTO

- 1) Para resolver este ejercicio primero hay que estimar las probabilidades individuales de obtener individuos negros, azules y blancos, a partir del cruzamiento propuesto en el ejercicio:

Cruzamiento:



Progenie:  $\frac{1}{4}$   $NN$  (negros)  
 $\frac{1}{2}$   $Nn$  (gris-azules)  
 $\frac{1}{4}$   $nn$  (blancos)

- a) Probabilidad de tener 4 pollitos negros ( $NN$ ):

Ahora hay que aplicar los conocimientos Probabilidad Binomial, donde  $p = \frac{1}{4}$  es la probabilidad de que eclosionen un pollito negro, mientras que  $q$  es la probabilidad de que no eclosionen un pollito negro, es decir,  $1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ . Donde el número total de ensayos es  $n = 6$ .

$$P(x=4) = (6!/4!x2!)x(1/4)^4 x(3/4)^2 = 0,032959 \approx 0,033$$

- b) Probabilidad de que todos los pollitos sean gris-azul ( $Nn$ ):

En este caso  $p = \frac{1}{2}$  es la probabilidad de que eclosionen un pollito gris-azul, mientras que  $q$  es la probabilidad de que no eclosionen tal tipo de pollito, es decir,  $1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ . Con  $n = 6$  ensayos.

$$P(x=6) = (6!/6!x0!)x(1/2)^6 x (1/2)^0 = 1/64 = 0,015635 \approx 0,016$$

- c) Probabilidad de que nazcan 2 pollitos blancos ( $nn$ ):

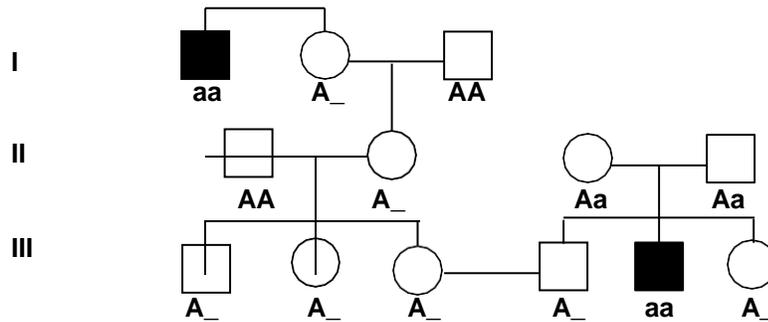
Probabilidad binomial, donde  $p = \frac{1}{4}$ , es la probabilidad que ocurra que eclosionen un pollo blanco, mientras que  $q$  es la probabilidad de que eclosionen tal tipo de pollito, es decir,  $1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ . Con  $n = 6$ .

$$P(x=2) = (6!/2!x4!)x(1/4)^2 x(3/4)^4 = 0,226631 \approx 0,227$$

- 2) Asumiendo que los alelos segregan en forma independiente (es decir, se cumple la segunda ley de Mendel) tenemos que del cruzamiento  $AaBbCcDd \times AaBbccDD$  las probabilidades de obtener los siguientes fenotipos y genotipos son:

- a)  $P(aabbccDD) = P(aa) \times P(bb) \times P(cc) \times P(DD) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{64} = 0,015625$   
b)  $P(AaBbCcDd) = P(Aa) \times P(Bb) \times P(Cc) \times P(Dd) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16} = 0,0625$   
c)  $P(A\_bbC\_D\_ ) = P(A\_) \times P(bb) \times P(C\_) \times P(D\_) = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{3}{32} = 0,09375$   
d)  $P(aabbccdd) = P(aa) \times P(bb) \times P(cc) \times P(dd) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 0 = 0$

- 3) a) El genotipo más probable se indica en la genealogía mas abajo, algunos individuos pueden presentar dos posibles genotipos



- b) ¿Cuál es la probabilidad de que la pareja tenga un hijo albino?

La única posibilidad de que del matrimonio entre **III-3** y **III-4** nazca un hijo albino es que ambos padres sean heterocigotos. Si **III-3** y **III-4** fuesen ambos heterocigotos, la probabilidad de tener un hijo albino de ellos es de  $\frac{1}{4}$ .

La probabilidad de que **III-4** sea heterocigoto es de  $\frac{2}{3}$  dado que sus padres son heterocigotos y que, de los **tres hijos de fenotipo normal obtenidos a partir de este cruzamiento sólo dos serán heterocigotos**.

La probabilidad de que **III-3** sea heterocigota depende de que su madre (**II-2**) y su abuela (**I-2**) sean también heterocigotas. La probabilidad de que la abuela (**I-2**) sea heterocigota debe ser necesariamente  $\frac{2}{3}$  dado que es de fenotipo normal y tiene un hermano albino y por lo tanto sus padres debieron ser heterocigotos. Si la abuela fuese heterocigota la probabilidad de que la madre (**II-2**) también lo sea debe ser de  $\frac{1}{2}$ , debido a que el abuelo (**I-3**) debe ser homocigoto normal, y la probabilidad de que un hijo sea heterocigoto en este cruzamiento es de  $\frac{1}{2}$ . Ahora, si (**II-2**) es heterocigota la probabilidad de que **III-3** lo sea es de  $\frac{1}{2}$ , dado que su padre (**II-1**) también es homocigoto es normal. **Note que, los individuos que provienen de fuera de la línea sanguínea de la familia de I-1, es decir I-3 y II-1, que son de fenotipo normal, se consideran homocigotos por provenir de la población general y en esta la frecuencia de albinismo es muy baja ( $\frac{1}{10000}$  nacimientos).**

Juntando todas estas probabilidades y dado que todos los individuos mencionados son eventos independientes, tenemos que:

$$P(\text{III-3 y III-4 tengan un hijo albino}) = P(\text{III-4}) \times P(\text{I-2}) \times P(\text{II-2}) \times P(\text{III-3}) \times P(\text{Hijo albino}) \\ = \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{36}$$

- 4) La alcaptonuria es un defecto genético recesivo (**aa** = afectado y **A<sub>2</sub>** = normal), por tanto si dos padres normales tienen un hijo con alcaptonuria, es que el gen de la alcaptonuria está presente en cada uno de ellos, los padres son heterocigotos:

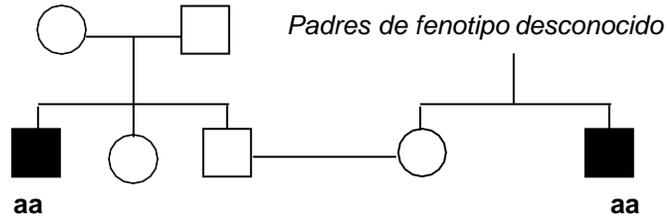
		Padre:	
		A	a
Madre	A	AA (normal)	Aa (normal)
	a	Aa (normal)	aa (afectado)

Progenie:  $\frac{1}{4}$  AA normal homocigoto  
 $\frac{1}{2}$  Aa normal heterocigoto  
 $\frac{1}{4}$  aa afectado

- a) Si dos progenitores normales tuviesen un hijo con alcaptonuria y además un hijo y una hija normales ¿Cuál es la probabilidad de que uno de los hijos normales sea heterocigoto para el gen de la alcaptonuria?

Cada hijo normal tiene **2/3** de posibilidades de ser heterocigoto, debido a que el fenotipo normal incluye a un genotipo homocigoto dominante **AA** y dos genotipos heterocigotos **Aa**.

- b) Este problema plantea la siguiente genealogía:

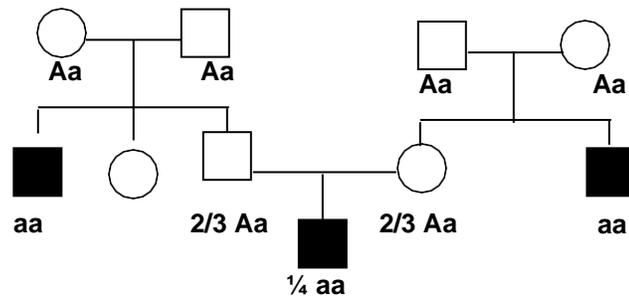


Para que un primer descendiente de esta unión presente alcaptonuria se requiere que ambos progenitores sean heterocigotos, de un cruzamiento entre heterocigotos la probabilidad de tener un hijo afectado por una enfermedad recesiva es  $\frac{1}{4}$ .

El progenitor varón, como ya sabemos tiene **2/3** de probabilidad de ser heterocigoto dado que sus padres lo eran.

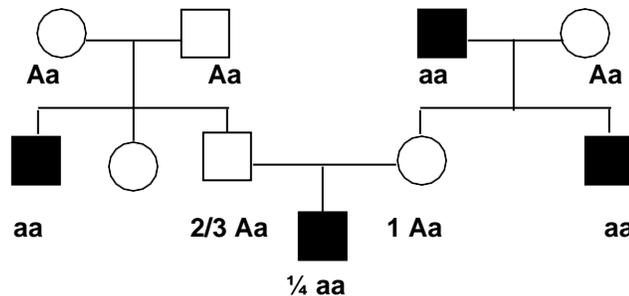
La mujer es de fenotipo normal, para que ella pueda tener un hijo con alcaptonuria debe ser de genotipo heterocigota. Como no se conocen los padres de ella, existen *tres* opciones para que ella sea de **fenotipo normal y heterocigota**:

- i) La primera es que, ella sea hija de dos progenitores heterocigotos, en cuyo caso su probabilidad de ser heterocigota y normal es de **2/3**,



En este caso la probabilidad de tener un hijo con alcaptonuria sería =  $\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{9}$

- ii) La segunda y tercera opciones es que esta mujer sea hija de un progenitor heterocigoto (**Aa**) y de otro afectado por la alcaptonuria (**aa**), en tal caso su probabilidad de ser normal y heterocigota es **1**.



En el caso de que el padre de ella sea afectado y su madre heterocigota la probabilidad de tener un hijo con alcaptonuria sería =  $1 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$ .

iii) Esta misma probabilidad ocurre si, su padre es heterocigoto y su madre es la afectada ( $\frac{1}{6}$ ).

De modo que, para calcular la probabilidad que en este cruzamiento nazca un hijo con alcaptonuria hay que sumar ambas probabilidades obtenidas anteriormente, debido a que ambos casos son eventos mutuamente excluyentes, así la probabilidad total de obtener un hijo con alcaptonuria es:

$$P(\text{hijo aa}) = P(\text{i}) + P(\text{ii}) + P(\text{iii}) = \frac{1}{9} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{4}{9} = 0,4444$$

- c) En el cruzamiento anterior con padres heterocigotos la probabilidad aislada de tener un hijo con alcaptonuria es de  $\frac{1}{4} = 0,25$ , por lo tanto, la probabilidad de tener un hijo normal es el complemento, o sea  $\frac{3}{4} = 0,75$ .

**En este caso, ya sabemos que los padres son heterocigotos, pues nació un primer hijo con alcaptonuria.** Por consiguiente, ya no es necesario considerar la probabilidad de que los padres sean heterocigotos, puesto que **hay certeza de que ambos padres lo son.**

- 5) La frecuencia de la fenilcetonuria es de  $\frac{1}{4500}$  nacimientos, mientras que la del albinismo es de  $\frac{1}{10000}$  nacimientos.

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que un individuo presente ambas condiciones?

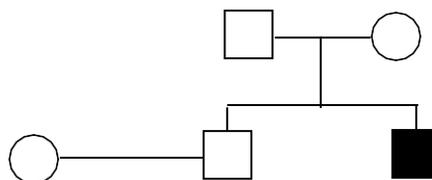
$$P(\text{fenilcetonuria} \cap \text{albinismo}) = \left(\frac{1}{4500}\right) \times \left(\frac{1}{10000}\right) = \frac{1}{45000000} \approx 0,00000022$$

- b) ¿Cuál es la probabilidad de que un individuo presente fenilcetonuria o albinismo?

$$P(\text{fenil} \cup \text{albinismo}) - P(\text{fenil} \cap \text{albinismo}) = \left(\frac{1}{4500}\right) + \left(\frac{1}{10000}\right) - \left(\frac{1}{4500}\right) \times \left(\frac{1}{10000}\right) \approx 0,00032$$

- 6) Una mujer piensa contraer matrimonio y su novio tiene un hermano que padece de una grave enfermedad producida por un gen recesivo autosomal. Aunque no se conoce de un caso similar en ninguna de las dos familias, se sabe que el gen responsable se encuentra presente en un 60% de los individuos sanos de la población.

- a) Dibuje la genealogía correspondiente.



- b) ¿Cuál es la probabilidad de que esta pareja tenga un descendiente con dicha enfermedad?

Como ya hemos visto para tener un hijo enfermo ambos padres deben ser heterocigotos, así la probabilidad del hijo enfermo es  $\frac{1}{4}$ , este hay que multiplicarlo por la probabilidad de que los padres sean heterocigotos:

$$P(\text{hijo enfermo}) = P(\text{padre Aa}) \times P(\text{madre Aa}) \times P(\text{hijo aa})$$

La probabilidad de que el padre sea heterocigoto ya la conocemos, pues es normal e hijo de padres heterocigotos (dado que tiene un hermano afectado), por lo tanto esta probabilidad es  $\frac{2}{3}$ . La probabilidad de la madre se asume como similar a la frecuencia de heterocigotos en la población, que es la probabilidad de que un individuo tomado al azar de la población sea heterocigoto  $0,6 = \frac{3}{5}$ .

$$P(\text{hijo enfermo}) = 2/3 \times 3/5 \times 1/4 = 1/10 = 0,1 \text{ o } 10\%$$

- 7) El cruzamiento de prueba de 26 yeguas bayas **EeAa** con un caballo alazán produjo las siguientes crías: 5 bayos, 8 negros (**Eeaa**), 13 alazanes (genotipos **eeAa** y 7 **eeaa**). Determine si ha habido segregación independiente entre los loci **A** y **B**. Sustente su respuesta con una prueba de  $G^2$ . Este es un ejemplo de interacción génica, ¿Cuál es su nombre?

*En este caso, la progenie de un cruzamiento de prueba ( $AaBb \times aabb$ ) cuando dos loci segregan en forma independiente y hay dos genotipos que producen el mismo fenotipo es de 1:1:2 (Negros, Bayos y Alazán).*

De modo que para comprobar la segregación independiente se debe realizar una prueba de G-cuadrado para determinar si el número observado de caballos por fenotipo se ajusta a la proporción 1:1:2.

El número de individuos esperados en cada fenotipo es igual a  $26/4 = 6,5$

<b>EeAa x aabb</b>				
	<b>EeAa (bayos)</b>	<b>Eeaa (negros)</b>	<b>eeAa y eeaa (alazanes)</b>	<b>Total</b>
<b>observado</b>	5	8	13	26
<b>esperado</b>	6,5	6,5	13	26

$H_0$ : los datos se ajustan a la proporción 1:1:2 de la segregación independiente.

$H_1$ : los datos no se ajustan a la proporción 1:1:2 de la segregación independiente

$$G^2 = 2[5 \ln(5/6,5) + 8 \ln(8/6,5) + 13 \ln(13/13)] = 0,6986$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = 5,991 \text{ (2 grados de libertad y } \alpha = 0,05)$$

Como  $G^2 \text{ calculado} < \chi^2 \text{ tabulado}$ , se acepta  $H_0$ , es decir, los datos se ajustan a la 2da ley de Mendel, segregación independiente.

La interacción génica corresponde a una *Epistasis Recesiva*, el alelo **e** es epistático sobre el locus **A**, es decir, independiente del genotipo en el locus **A** (**A\_** o **aa**) el genotipo **ee** produce un caballo alazán.

- 8) En los perros el color del pelaje es dominante sobre el albinismo y el pelo corto es dominante sobre el pelo largo. Si estos genes son independientes, señale los genotipos de cada padre en cada cruzamiento, identifique la proporción fenotípica de la progenie y póngala a prueba mediante una prueba de chi-cuadrado.

Nomenclatura: **C**: Pelaje con color **c**: Albino, **L**: Pelo corto **l**: Pelo largo

- a) **color corto x color corto**: Posible proporción 9:3:3:1, posible genotipo progenitores **CcLl x CcLl**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de  $160/16 = 10$

	<b>Color corto</b>	<b>Color largo</b>	<b>Albino corto</b>	<b>Albino largo</b>	<b>total</b>
<b>Observado</b>	89	31	29	11	160
<b>Esperado</b>	$9 \times 10 = 90$	$3 \times 10 = 30$	$3 \times 10 = 30$	$1 \times 10 = 10$	160

H<sub>0</sub>: los datos se ajustan a la proporción clásica 9:3:3:1.  
H<sub>1</sub>: los datos no se ajustan a la proporción clásica 9:3:3:1.

$$\chi^2 = (89-90)^2 / 90 + (31-30)^2 / 30 + (29-30)^2 / 30 + (11-10)^2 / 10 = 0,1777$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = 7,815 \text{ (3 grados de libertad y } \alpha = 0,05)$$

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta H<sub>0</sub>**. Dado el genotipo seleccionado, los datos se ajustan a la proporción 9:3:3:1 correspondiente al cruzamiento entre dos heterocigotos dobles.

**b) color corto x color largo:** Posible proporción 1:1, posible genotipo progenitores **CCLI x CCII**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de  $37/2 = 18,5$

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	Total
<b>observado</b>	18	19			37
<b>esperado</b>	$1 \times 18,5 = 18,5$	$1 \times 18,5 = 18,5$			37

H<sub>0</sub>: los datos se ajustan a la proporción 1:1  
H<sub>1</sub>: los datos no se ajustan a la proporción 1:1

$$\chi^2 = (18-18,5)^2 / 18,5 + (19-18,5)^2 / 18,5 = 0,02702$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = 3,841 \text{ (1 grado de libertad y } \alpha = 0,05)$$

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta H<sub>0</sub>**. Es decir, de acuerdo al genotipo seleccionado los datos se ajustan a la proporción 1:1.

**c) color corto x albino corto:** Posible proporción 1:1, posible genotipo progenitores **CcLL x ccLL**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de  $41/2 = 20,5$

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	total
<b>observado</b>	20		21		41
<b>esperado</b>	$1 \times 20,5 = 20,5$		$1 \times 20,5 = 20,5$		41

H<sub>0</sub>: los datos se ajustan a la proporción 1:1  
H<sub>1</sub>: los datos no se ajustan a la proporción 1:1

$$\chi^2 = (20-20,5)^2 / 20,5 + (21-20,5)^2 / 20,5 = 0,02439$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = 3,841 \text{ (1 grado de libertad y } \alpha = 0,05)$$

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta H<sub>0</sub>**. Es decir, de acuerdo al genotipo seleccionado los datos se ajustan a la proporción 1:1.

**d) albino corto x albino corto:** Posible proporción 3:1, posible genotipo progenitores **ccLI x ccLI**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de  $37/4 = 9,25$

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	total
<b>observado</b>			28	9	37
<b>esperado</b>			$3 \times 9,25 = 27,75$	$1 \times 9,25 = 9,25$	37

H<sub>0</sub>: los datos se ajustan a la proporción 3:1  
H<sub>1</sub>: los datos no se ajustan a la proporción 3:1

$$\chi^2 = (28-27,75)^2 / 27,75 + (9-9,25)^2 / 9,25 = \mathbf{0,009}$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = \mathbf{3,841}$$
 (1 grado de libertad y  $\alpha = 0.05$ )

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta  $H_0$** . Es decir, de acuerdo al genotipo seleccionado los datos se ajustan a la proporción 3:1.

e) **color largo x color largo**: Posible proporción 3:1, posible genotipo progenitores **CcII x CcII**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de **42/4 = 10,5**

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	total
<b>observado</b>		32		10	42
<b>esperado</b>		3x10,5 = 31,5		1x10,5 = 10,5	42

$H_0$ : los datos se ajustan a la proporción 3:1

$H_1$ : los datos no se ajustan a la proporción 3:1

$$\chi^2 = (32-31,5)^2 / 31,5 + (10-10,5)^2 / 10,5 = \mathbf{0,03175}$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = \mathbf{3,841}$$
 (1 grado de libertad y  $\alpha = 0,05$ )

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta  $H_0$** . Dado el genotipo seleccionado, los datos se ajustan a la proporción 3:1

f) **color corto x color corto**: Posible proporción 3:1, posible genotipo progenitores **CCLi x CCLi**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de **62/4 = 15,5**

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	total
<b>observado</b>	46	16			62
<b>esperado</b>	3x15,5 = 46,5	1x15,5 = 15,5			62

$H_0$ : los datos se ajustan a la proporción 3:1

$H_1$ : los datos no se ajustan a la proporción 3:1

$$\chi^2 = (46-46,5)^2 / 46,5 + (16-15,5)^2 / 15,5 = \mathbf{0,021505}$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = \mathbf{3,841}$$
 (1 grado de libertad y  $\alpha = 0,05$ )

$\chi^2$  calculado <  $\chi^2$  tabulado, por lo tanto **se acepta  $H_0$** . Dado el genotipo seleccionado, los datos se ajustan a la proporción 3:1

g) **color corto x color largo**: Posible proporción 3:3:1:1, posible genotipo progenitores **CcLI x CcII**

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de **81/8 = 10,125**

	Color corto	Color largo	Albino corto	Albino largo	total
<b>observado</b>	30	31	9	11	81
<b>esperado</b>	3x10,125=30,375	3x10,125=30,375	1x10,125=10,125	1x10,125=10,125	81

$H_0$ : los datos se ajustan a la proporción 3:3:1:1

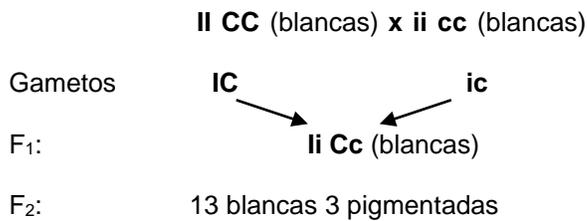
$H_1$ : los datos no se ajustan a la proporción 3:3:1:1

$$\chi^2 = (30-30,375)^2 / 30,375 + (31-30,375)^2 / 30,375 + (9-10,125)^2 / 10,125 + (11-10,125)^2 / 10,125 = \mathbf{0,02181}$$

$$\chi^2 \text{ tabulado} = \mathbf{7,815}$$
 (3 grados de libertad y  $\alpha = 0,05$ )



10) Un cruzamiento entre gallinas de raza Leghorn blancas (**IICC**) con otras de raza Silkies blancas (**ii cc**) produce una F<sub>1</sub> toda blanca. En la F<sub>2</sub> se obtienen 13 aves blancas por cada 3 aves de plumaje pigmentado.



a) ¿Que tipo de acción génica regula la pigmentación blanca en estas razas de aves?  
**Interacción entre genes dominantes y recesivos.**

b) Si gen **I** inhibe al que produce pigmento en las plumas **C**, mientras que el alelo recesivo **c** produce plumas blancas ¿Cual será el fenotipo d las siguientes aves: **IICC**, **IiCc**, **iiCC**, **iicc**, **licc**, **iiCc**?  
 Desarrolle el cuadrado Punnett de la F<sub>2</sub>.

**IiCc x IiCc**

gametos	<b>IC</b>	<b>Ic</b>	<b>iC</b>	<b>ic</b>
<b>IC</b>	<b>IICC</b>	<b>IiCc</b>	<b>IiCc</b>	<b>IiCc</b>
<b>Ic</b>	<b>IiCc</b>	<b>Iicc</b>	<b>IiCc</b>	<b>Iicc</b>
<b>iC</b>	<b>IiCc</b>	<b>IiCc</b>	<b>iiCC</b>	<b>iiCc</b>
<b>ic</b>	<b>IiCc</b>	<b>Iicc</b>	<b>iiCc</b>	<b>ii cc</b>

Donde, el fenotipo de las aves es blanco para los siguientes genotipos **IICC**, **IiCc**, **Iicc**, **ii cc**, **Ii CC**; y el fenotipo de las aves es pigmentado para los genotipos: **ii CC** y **ii Cc**.

c) Este cruzamiento corresponde al cuadrado de Punnett mostrado anteriormente (**Ii Cc x Ii Cc**) y el resultado es 13 blancas y 3 pigmentadas.

11). Un tipo de sordera en humanos es causada por dos loci no ligados (**D** y **E**) que interactúan entre sí. Considere un matrimonio compuesto de individuos normales doble heterocigotos para estos loci y responda las siguientes preguntas:

Nomenclatura:

**d**: nervio auditivo dañado, **e**: huesos auditivos anormales.

**D**: nervio auditivo normal, **E**: huesos auditivos normales.

a) Complete el cuadrado de Punnett para este apareamiento.

**DdEe** (normal) x **DdEe** (normal)

gametos	<b>DE</b>	<b>De</b>	<b>dE</b>	<b>de</b>
<b>DE</b>	<b>DDEE</b>	<b>DDEe</b>	<b>DdEE</b>	<b>DdEe</b>
<b>De</b>	<b>DDEe</b>	<b>DDee</b> sordo	<b>DdEe</b>	<b>Ddee</b> sordo
<b>dE</b>	<b>DdEE</b>	<b>DdEe</b>	<b>ddEE</b> sordo	<b>ddEe</b> sordo
<b>de</b>	<b>DdEe</b>	<b>Ddee</b> sordo	<b>ddEe</b> sordo	<b>ddee</b> sordo

b) ¿De que tipo de interacción génica se trata?

**Epistasis recesiva doble o genes recesivos duplicados**

c) ¿Cuál es la probabilidad de obtener un descendiente sordo?

La probabilidad de tener un descendiente sordo es de 7/16.

d) ¿Cuál es la probabilidad de obtener un descendiente Normal?

La probabilidad de tener un descendiente normal es de 9/16.

Si el matrimonio planea tener 5 hijos ( $n = 5$ ).

e) La probabilidad de que dos hijos sean sordos es:

$$P(x=2, \text{ sordos}) = \text{probabilidad binomial} = (5!/2!x3!)x(7/16)^2 x(9/16)^3 = \mathbf{0,3407}$$

f) La probabilidad de que tres hijos sean normales es:

$$P(x=5, \text{ normales}) = \text{probabilidad binomial} = (5!/5!x0!)x(7/16)^0 x(9/16)^5 = \mathbf{0,0563}$$

12) Dos *loci* controlan el color de los bulbos de cebolla. Una cepa roja pura es cruzada con una blanca pura produciendo una progenie  $F_1$  totalmente roja. La  $F_2$  obtenida consistía en de 47 bulbos blancos, 38 amarillos y 109 rojos.

En este caso claramente la proporción fenotípica de la  $F_2$  se parece mucho a la proporción 9:3:4 de la epistasis recesiva, como lo demuestra la prueba de  $\chi^2$ .

a) ¿Cuál es la proporción  $F_2$  esperada de los datos?

Para responder esta pregunta lo mejor es hacer una prueba de chi-cuadrado para la proporción 9:3:4 y asegurarnos efectivamente que esta proporción se cumple.

$H_0$  : los datos se ajustan a la proporción 9:3:4 de la epistasis recesiva.

$H_1$  : los datos no se ajustan a la proporción 9:3:4 de la epistasis recesiva.

El número de individuos esperados en cada fenotipo se calcula a partir de  $194/16 = \mathbf{12,125}$

Observados		Esperados
47 blancos	4 x 12,125	= 48,500
38 amarillos	3 x 12,125	= 36,375
109 rojos	9 x 12,125	= 109,125
-----		-----
194		194

$$\chi^2_{\text{calc}} = (47-48,5)^2/48,5 + (38-36,375)^2/36,375 + (109-109,125)^2/109,125 = \mathbf{0,119}$$

$$\chi^2_{\text{tabla}} = \mathbf{5,991} \text{ (2 grados de libertad y } \alpha = 0,05)$$

Como el  $\chi^2$  calculado  $<$   $\chi^2$  tabulado, los datos se ajustan a la proporción 9:3:4

b) ¿Cuál es el nombre de esta interacción génica?

Epistasis recesiva.

c) Si otra  $F_2$  fuese derivada de este cruzamiento, y 5 bulbos  $F_2$  fueran de genotipo doble recesivo

¿Cuántos bulbos se esperarían en cada clase fenotípica?

Como se trata de una epistasis recesiva, la acción de los genes involucrados debe ser la siguiente:

En un locus, un alelo dominante (**A**) codifica para color rojo, mientras que el recesivo (**a**) codifica para

amarillo. Por otra parte, en el otro locus un alelo dominante (**B**) permite color y el recesivo (**b**) inhibe color. Entonces, los genotipos y fenotipos involucrados serán:

**9 A\_ B\_ = rojo**  
**3 aa B\_ = amarillo**  
**3 A\_ bb = blanco**  
**1 aa bb = blanco**

Entonces, si del genotipo doble recesivo se obtienen 5 individuos en la F<sub>2</sub>, Ud. esperaría obtener: 45 plantas con bulbos rojos (9x5), 15 plantas con bulbos amarillos (3x5) y 20 plantas con bulbos blancos (4x5).

13) En la siguiente lista se muestran nueve proporciones F<sub>2</sub> observadas en las progenies de varios cruzamientos dihíbridos. Suponga que para cada caso uno de los padres doble heterocigoto fuera sometido a un cruzamiento de prueba. **¿Cuáles serán las razones fenotípicas esperadas de cada uno de estos cruzamientos?**

Para resolver este ejercicio Ud. debe conocer la tabla de interacción génica que aparece a continuación:

**Tabla de interacción génica.**

<b>Genotipos</b>	<b>A_ B_</b>	<b>A_ bb</b>	<b>aaB_</b>	<b>aabb</b>
<b>Proporción clásica</b>	9	3	3	1
<b>Epistasis dominante</b>	12		3	1
<b>Epistasis recesiva</b>	9	3	4	
<b>Genes con efecto acumulativo</b>	9	6		1
<b>Genes dominantes duplicados o epistasis dominante doble</b>	15			1
<b>Genes recesivos duplicados o epistasis recesiva doble</b>	9	7		
<b>Interacción dominante - recesivo</b>	13		3	0

- a) 9:6:1      **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos Aabb y aaBb tienen el mismo fenotipo, dando una proporción **1:2:1**.
- b) 9:3:4      **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos aabb y aaBb muestran el mismo fenotipo dando una proporción **1:1:2**.
- c) 9:7      **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos Aabb, aabb y aaBb tienen el mismo fenotipo dando una proporción **1:3**.
- d) 15:1      **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos AaBb, Aabb y aaBb tienen el mismo fenotipo dando una proporción **3:1**.
- e) 12:3:1      **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos AaBb y Aabb tienen el mismo fenotipo dando una proporción **2:1:1**.

f) 9:3:3:1 **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los cuatro genotipos tienen fenotipos distintos dando una proporción **1:1:1:1**.

g) 13:3 **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso los genotipos AaBb, Aabb y aabb presentan el mismo fenotipo, dando una proporción **3:1**.

h) 6:3:3:2:1:1 **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso hay segregando un locus dominante (**A**) y uno codominante (**B**), entonces los cuatro genotipos codifican para fenotipos distintos, dando una proporción **1:1:1:1**.

i) 1:2:1:2:4:2:1:2:1 **AaBb x aabb → AaBb : Aabb : aaBb : aabb** En este caso hay segregando dos loci codominantes, por lo tanto los cuatro genotipos codifican para fenotipos distintos, dando una proporción **1:1:1:1**.

14) En la vía metabólica de los antígenos de superficie que determinan el grupo sanguíneo ABO en humanos existe un intermediario, el antígeno **H**, el que es necesario para la producción de los antígenos A o B producidos por el *locus I*. La síntesis del antígeno **H** está bajo el control del locus **H**, donde el alelo recesivo (**h**) determina la no producción de tal antígeno, y por lo tanto la no producción posterior de los antígenos A y B. Por lo tanto, individuos **hh I<sup>A</sup>\_**, **hh I<sup>B</sup>\_** y **hh I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>**, no presentan antígenos, y en las pruebas sanguíneas con anticuerpos aparecen como de grupo sanguíneo cero (O) a pesar de no ser de genotipo **ii**. Este es el llamado "*Fenotipo Bombay*".

a) Si dos individuos de grupo sanguíneo A y doble heterocigotos para los loci de los antígenos A y H tienen descendencia ¿Cuál será la proporción fenotípica de la progenie? ¿De qué interacción génica se trata?

**I<sup>A</sup>i Hh (Grupo A) x I<sup>A</sup>i Hh (Grupo A)**

gametos	I <sup>A</sup> H	I <sup>A</sup> h	i H	i h
I <sup>A</sup> H	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> HH Grupo A	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> Hh Grupo A	I <sup>A</sup> i HH Grupo A	I <sup>A</sup> i Hh Grupo A
I <sup>A</sup> h	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> Hh Grupo A	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> hh Grupo O	I <sup>A</sup> i Hh Grupo A	I <sup>A</sup> i hh Grupo O
i H	I <sup>A</sup> i HH Grupo A	I <sup>A</sup> i Hh Grupo A	ii HH Grupo O	ii Hh Grupo O
i h	I <sup>A</sup> i Hh Grupo A	I <sup>A</sup> i hh Grupo O	ii Hh Grupo O	ii hh Grupo O

**Proporción Fenotípica: 9 Grupo A y 7 Grupo O (Epistasis Recesiva Doble)**

$$\begin{array}{l}
 9 \text{ I}^{\text{A}} \_ \text{H} \_ = \text{Grupo A} \\
 7 \left\{ \begin{array}{l}
 3 \text{ I}^{\text{A}} \_ \text{hh} = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 3 \text{ ii H} \_ = \text{Grupo O} \\
 1 \text{ ii hh} = \text{Grupo O}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

- b) Si en el ejemplo anterior uno de los individuos también doble heterocigoto para estos *loci* presentaba el grupo sanguíneo B ¿Cuál será la proporción fenotípica de la descendencia?

$I^A i Hh$  (Grupo A) x  $I^B i Hh$  (Grupo A)

gametos	$I^B H$	$I^B h$	$i H$	$i h$
$I^A H$	$I^A I^B HH$ Grupo AB	$I^A I^B Hh$ Grupo AB	$I^A i HH$ Grupo A	$I^A i Hh$ Grupo A
$I^A h$	$I^A I^B Hh$ Grupo AB	$I^A I^B hh$ Grupo O	$I^A i Hh$ Grupo A	$I^A i hh$ Grupo O
$i H$	$I^B i HH$ Grupo B	$I^B i Hh$ Grupo B	$ii HH$ Grupo O	$ii Hh$ Grupo O
$i h$	$I^B i Hh$ Grupo B	$I^B i hh$ Grupo O	$ii Hh$ Grupo O	$ii hh$ Grupo O

**Proporción Fenotípica:** 3 Grupo AB, 3 Grupo A, 3 Grupo B y 7 Grupo O.

$$\begin{array}{l}
 3 I^A I^B H\_ = \text{Grupo AB} \\
 3 I^A i H\_ = \text{Grupo A} \\
 3 I^B i H\_ = \text{Grupo B} \\
 7 \left\{ \begin{array}{l}
 1 I^A I^B hh = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 1 I^A i hh = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 1 I^B i hh = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 3 ii H\_ = \text{Grupo O} \\
 1 ii hh = \text{Grupo O}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

- c) Si ambos individuos son de grupo sanguíneo AB y también heterocigotos para H, en este caso ¿La proporción fenotípica de los hijos será?

$I^A I^B Hh$  (Grupo A) x  $I^A I^B Hh$  (Grupo A)

gametos	$I^A H$	$I^A h$	$I^B H$	$I^B h$
$I^A H$	$I^A I^A HH$ Grupo A	$I^A I^A Hh$ Grupo A	$I^A I^B HH$ Grupo AB	$I^A I^B Hh$ Grupo AB
$I^A h$	$I^A I^A Hh$ Grupo A	$I^A I^A hh$ Grupo O	$I^A I^B Hh$ Grupo AB	$I^A I^B hh$ Grupo O
$I^B H$	$I^A I^B HH$ Grupo AB	$I^A I^B Hh$ Grupo AB	$I^B I^B HH$ Grupo B	$I^B I^B Hh$ Grupo B
$I^B h$	$I^A I^B Hh$ Grupo AB	$I^A I^B hh$ Grupo O	$I^B I^B Hh$ Grupo B	$I^B I^B hh$ Grupo O

**Proporción Fenotípica:** 6 Grupo AB, 3 Grupo A, 3 Grupo B y 4 Grupo O.

$$\begin{array}{l}
 6 I^A I^B H\_ = \text{Grupo AB} \\
 3 I^A I^A H\_ = \text{Grupo A} \\
 3 I^B I^B H\_ = \text{Grupo B} \\
 4 \left\{ \begin{array}{l}
 2 I^A I^B hh = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 1 I^A I^A hh = \text{Grupo O (Bombay)} \\
 1 I^B I^B hh = \text{Grupo O (Bombay)}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$