

Ejemplos de aplicación del test de Chi-cuadrado

Se cruzan plantas de una línea pura que forman flores rojas y semillas negras con plantas de una línea pura que forman flores blancas y semillas marrones. La F1 tiene flores rojas y semillas negras. En la F2 aparece la siguiente segregación: 406 plantas de flor roja y semillas negras; 174 plantas de flor blanca y semillas negras; 135 plantas de flor roja y semillas marrones; 51 plantas de flor blanca y semillas marrones. Se desea saber si la segregación puede explicarse con dos genes con dos alelos cada uno y si éstos se transmiten de forma independiente.

Carácter color de la semilla ↓	← Carácter color de la flor →		Segregación del color de la semilla ↓
	Rojo	Blanco	
Negro	Obs.: 230 Esp.: $\frac{300 \times 298}{393} = 227.5$ (cont.)	Obs.: 70 Esp.: $\frac{300 \times 95}{393} = 72.5$ (cont.)	Obs.: 300 Esp.: $\frac{3}{3 \cdot 1} \cdot 393 = 294.7$ (3:1) 4
Marrón	Obs.: 68 Esp.: $\frac{93 \times 298}{393} = 70.5$ (cont.)	Obs.: 25 Esp.: $\frac{93 \times 95}{393} = 22.5$ (cont.)	Obs.: 93 Esp.: $\frac{1}{3 \cdot 1} \cdot 393 = 98.3$ (3:1) 4
Segregación del color de la flor →	Obs.: 298 Esp.: $\frac{3}{3 \cdot 1} \cdot 393 = 294.7$ (3:1) 4	Obs.: 95 Esp.: $\frac{1}{3 \cdot 1} \cdot 393 = 98.3$ (3:1) 4	Total= 393

1.- Test χ^2 para comprobar si la segregación para el color de la semilla se ajusta a la 3:1 esperada en el supuesto de un solo gen (se trata de una F2 y el fenotipo de la F1 indicaría que el color negro es dominante).

$$\chi^2_{3:1} = \frac{(300 - 294.7)^2}{294.7} + \frac{(93 - 98.3)^2}{98.3} = 0.347$$

(gl= 1; 0.70 > p > 0.50); desviación no significativa

2.- Test χ^2 para comprobar si la segregación para el color de la flor se ajusta a la 3:1 esperada en el supuesto de un solo gen (se trata de una F2 y el fenotipo de la F1 indicaría que el color rojo es dominante).

$$\chi^2_{3:1} = \frac{(298 - 294.7)^2}{294.7} + \frac{(95 - 98.3)^2}{98.3} = 0.143$$

(gl= 1; 0.80 > p > 0.70); desviación no significativa

3.- Test χ^2 de contingencia para comprobar si los dos caracteres se transmiten de forma independiente (véase [test de contingencia](#)).

$$\chi^2_{\text{cont.}} = \frac{(230 - 227.5)^2}{227.5} + \frac{(70 - 72.5)^2}{72.5} + \frac{(68 - 70.5)^2}{70.5} + \frac{(25 - 22.5)^2}{22.5} = 0.488 \quad (\text{gl}= 1; 0.50 > p > 0.30); \text{ desviación no significativa}$$

Conclusiones: Las dos segregaciones individuales para el carácter color de la semilla y para el carácter color de la flor se ajustan a lo esperado en el caso de un solo gen con dos alelos (por ejemplo: A= semilla negra, a= semilla marrón, A>a; B= flor roja, b=flor blanca, B>b). El test de contingencia indica que los dos caracteres segregan independientemente.

Se cruzan plantas de Arabidopsis taliana de genotipo Aabb con plantas de genotipo AaBb. La descendencia tiene la siguiente composición: 178 individuos de fenotipo AB; 98 individuos de fenotipo Ab, 9 individuos de fenotipo aB y 80 individuos de fenotipo ab. Se desea saber si la segregación de los genes A,a y B,b se ajusta a los correspondientes valores esperados y si los dos genes segregan de forma independiente.

Carácter B,b ↓	← Carácter A,a →		Segregación del carácter B,b ↓
	Fenotipo A	Fenotipo a	
Fenotipo B	Obs.: 178 Esp.: $\frac{187 \times 276}{365} = 141.4$ (cont.)	Obs.: 9 Esp.: $\frac{187 \times 89}{365} = 45.6$ (cont.)	Obs.: 187 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 365 = 182.5$ (1:1) 2
Fenotipo b	Obs.: 98 Esp.: $\frac{178 \times 276}{365} = 134.6$ (cont.)	Obs.: 80 Esp.: $\frac{178 \times 89}{365} = 43.4$ (cont.)	Obs.: 178 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 365 = 182.5$ (1:1) 2
Segregación del carácter A,a →	Obs.: 276 Esp.: $\frac{3}{3 \cdot 1} \cdot 365 = 273.7$ (3:1) 4	Obs.: 89 Esp.: $\frac{1}{3 \cdot 1} \cdot 365 = 91.3$ (3:1) 4	Total= 365

1.- Test χ^2 para comprobar si la segregación del carácter A,a se ajusta a las proporciones 3:1 esperadas (se trata de un cruzamiento entre dos heterocigotos Aa x Aa):

$$\chi^2_{3:1} = \frac{(276 - 273.7)^2}{273.7} + \frac{(89 - 91.3)^2}{91.3} = 0.074$$

(gl= 1; 0.80 > p > 0.70); desviación no significativa

2.- Test χ^2 para comprobar si la segregación del carácter B,b se ajusta a las proporciones 1:1 esperadas (se trata del cruzamiento entre un homocigoto recesivo y un heterocigoto bb x Bb):

$$\chi^2_{1:1} = \frac{(178 - 182.5)^2}{182.5} + \frac{(98 - 182.5)^2}{182.5} = 0.222$$

(gl= 1; 0.70 > p > 0.50); desviación no significativa

3.- Test χ^2 de contingencia para comprobar si los dos caracteres se transmiten de forma independiente.

$$\chi^2_{\text{cont.}} = \frac{(178 - 141.4)^2}{141.4} + \frac{(9 - 45.6)^2}{45.6} + \frac{(98 - 134.6)^2}{134.6} + \frac{(80 - 43.4)^2}{43.4} = 79.655 \quad (\text{gl}= 1; 0.001 > p); \text{ desviación altamente significativa}$$

Conclusiones: Las dos segregaciones individuales para los caracteres A,a y B,b se ajustan a los correspondientes distribuciones esperadas. El test de contingencia indica que los dos caracteres no segregan independientemente. El tipo de desviación observado (exceso de individuos con fenotipos AB y ab y el defecto de fenotipos Ab y aB, frente a los correspondientes valores esperados) puede explicarse por la existencia de [ligamiento](#), indicando, además, que los individuos AaBb que participan en el cruzamiento están en fase de acoplamiento (AB/ab).

Se realiza un cruzamiento entre una cepa de Drosophila de genotipo AABB y otra de genotipo aabb. Las hembras de la F1, de fenotipo AB se cruzan con machos de la cepa doble recesiva (aabb). En la descendencia de este último cruzamiento aparecen 94 individuos de fenotipo AB, 63 de fenotipo Ab, 146 de fenotipo aB y 219 de fenotipo ab. Se desea saber si la segregación de los genes A,a y B,b se ajusta a los correspondientes valores esperados y si los dos genes segregan de forma independiente.

Carácter B,b ↓	← Carácter A,a →		Segregación del carácter B,b ↓
	Fenotipo A	Fenotipo a	
Fenotipo B	Obs.: 94 Esp.: $\frac{240 \times 157}{522} = 72.2$ (cont.)	Obs.: 146 Esp.: $\frac{240 \times 365}{522} = 167.8$ (cont.)	Obs.: 240 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 522 = 261$ (1:1) 2
Fenotipo b	Obs.: 63 Esp.: $\frac{282 \times 157}{522} = 84.8$ (cont.)	Obs.: 219 Esp.: $\frac{282 \times 365}{522} = 197.2$ (cont.)	Obs.: 282 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 522 = 261$ (1:1) 2
Segregación del carácter A,a →	Obs.: 157 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 522 = 261$ (1:1) 2	Obs.: 365 Esp.: $\frac{1}{1 \cdot 1} \cdot 522 = 261$ (1:1) 2	Total= 522

1.- Test χ^2 para comprobar si la segregación del carácter A,a se ajusta a las proporciones 1:1 esperadas (se trata de un cruzamiento entre un heterocigoto y un homocigoto recesivo Aa x aa):

$$\chi^2_{1:1} = \frac{(157 - 261)^2}{261} + \frac{(365 - 261)^2}{261} = 82.881$$

(gl= 1; 0.001 > p); desviación altamente significativa

2.- Test χ^2 para comprobar si la segregación del carácter B,b se ajusta a las proporciones 1:1 esperadas (se trata de un cruzamiento entre un heterocigoto y un homocigoto recesivo Bb x bb):

$$\chi^2_{1:1} = \frac{(240 - 261)^2}{261} + \frac{(282 - 261)^2}{261} = 3.397$$

(gl= 1; 0.10 > p > 0.05); desviación no significativa

3.- Test χ^2 de contingencia para comprobar si los dos caracteres se transmiten de forma independiente.

$$\chi^2_{\text{cont.}} = \frac{(94 - 72.2)^2}{72.2} + \frac{(146 - 167.8)^2}{167.8} + \frac{(63 - 84.8)^2}{84.8} + \frac{(219 - 197.2)^2}{197.2} = 17.455 \quad (\text{gl}= 1; 0.001 > p); \text{ desviación altamente significativa}$$

Conclusiones: La segregación del carácter B,b se ajusta a la correspondiente distribución esperada. Sin embargo, la segregación del carácter A,a muestra un exceso altamente significativo de individuos de fenotipo a. Esta desviación podría deberse a la presencia de un gen letal ligado al gen A,a (véase [mapeo de genes letales](#)), o a otras causas. El test de contingencia indica que los dos caracteres no segregan independientemente. El tipo de desviación observado puede explicarse por la existencia de ligamiento entre los genes A,a y B,b.